COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Dans la séance du lundi 3 avril, M. le **Président** a annoncé à l'Académie la perte douloureuse qu'elle avait faite dans la personne de M. *Balard*, Membre de la Section de Chimie, dont les obsèques venaient d'avoir lieu le jour même. M. Balard appartenait à l'Académie depuis l'année 1844.

La séance publique a été levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la formation du sucre dans le sang ou sur la fonction de la glycémie physiologique* ; par M. **Claude Bernard.**

« Dans mes deux précédentes Communications des 10 et 17 janvier (1), j'ai abordé l'histoire critique expérimentale de la formation du sucre chez les animaux. Je viens aujourd'hui reprendre cette étude, interrompue par des circonstances indépendantes de ma volonté.

(1) *Comptes rendus*, p. 114 et 173 de ce volume.

» Je me propose, dans ce travail, d'établir le phénomène de la glycémie physiologique, en montrant que, chez l'homme et les animaux, le sucre est un élément constant du fluide sanguin et en faisant voir en outre que ce principe sucré se détruit et se régénère incessamment dans le sang, au moyen d'une véritable fonction physiologique réglée par le système nerveux. La démonstration de la glycémie, ainsi comprise, exige à la fois une exposition claire des faits nouveaux et une critique précise des faits anciens.

» C'est à titre de produit pathologique qu'on a d'abord signalé la présence du sucre dans le sang de l'homme. Après que le célèbre médecin anglais, Willis, eut, il y a deux siècles (1647) (1), attiré l'attention des pathologistes sur la qualité sucrée des urines des diabétiques on voulut remonter à la cause de cette altération des urines et l'on eut l'idée que le sang des malades diabétiques pourrait bien lui-même aussi être sucré : c'est le professeur Dobson, de Westminster, qui paraît le premier, en 1775 (2), avoir eu la pensée de faire cette recherche, et, depuis lui jusqu'à nos jours, la présence du sucre dans le sang des diabétiques a été une question admise ou débattue parmi les médecins et les chimistes.

» Pour expliquer la présence de cette matière sucrée du sang, on admit d'abord qu'elle apparaissait pathologiquement dans l'organisme sous l'influence d'un état morbide, soit du sang, soit du rein, soit de l'appareil intestinal.

» Mais la Physiologie vint apprendre ensuite qu'à l'état de santé la digestion naturelle des aliments féculents donne naissance dans l'intestin à de la matière sucrée qui est absorbée avec le chyle et déversée dans le sang. Tiedemann et Gmelin signalèrent les premiers ce fait dans leurs recherches sur la digestion, publiées en 1827 (3).

» Après cette découverte, il fallut bien renoncer à considérer la matière sucrée comme un produit nécessaire de la maladie et admettre la possibilité du passage normal du sucre alimentaire dans le sang.

» En 1848, ainsi qu'on le sait déjà, je découvris la fonction glycogénique du foie, et je vins montrer que la glycémie ou la présence du sucre dans le sang qui s'y rattache est complétement indépendante de l'état pa-

---

(1) Th. Willis, *Pharmaceutæ rationalis sive diatriba de medicamentorum operationibus ni humano corpore;* Oxford. *Opera omnia;* Amstelodami, 1862, t. II, p. 64.

(2) Dobson (Mathew), *Experiments and observat. on the urine in a diabetes* (*Med. obs. by a Society of physicians in London,* 1775, p. 298.

(3) *Recherches expérimentales physiologiques et chimiques sur la digestion*, t. I, p. 199 et suivantes, traduction de Jourdan; Paris, 1827.

thologique et de la nature de l'alimentation. C'est pourquoi j'ai caractérisé cette troisième et dernière période de la question en la désignant sous le nom de période de la *glycémie physiologique*, voulant bien indiquer par là que, au lieu d'être un phénomène anormal ou accidentel, la glycémie ou la présence du sucre dans le sang se ramène à une véritable fonction physiologique.

» Mais j'ai ajouté que, pour établir scientifiquement la glycémie physiologique, il ne fallait pas seulement apporter des faits et des expériences incontestables : il fallait encore, à l'aide de ces connaissances nouvelles, faire la critique des opinions et des faits antérieurs, de manière à les réduire et à les comprendre dans les derniers résultats obtenus. Ce travail de critique expérimentale est aujourd'hui absolument nécessaire aux progrès de la science physiologique. Je vais donc l'entreprendre pour la glycémie, en suivant les différentes phases que la question a parcourues et en essayant de montrer que les résultats nouveaux que je ferai connaître expliquent ou suppriment de la science, comme n'ayant plus de raison d'y être conservées, toutes les recherches contradictoires faites avant moi sur le même sujet.

» Les médecins et les chimistes qui ont recherché la présence du sucre dans le sang se sont divisés en plusieurs camps : les uns, tels que Dobson, Rollo, Ambrosiani (1), Mac-Gregor, admirent la présence du sucre dans le sang des diabétiques ; les autres, tels que Nicolas et Geudeville, Vauquelin et Ségalas (2), Henry et Soubeiran (3) la nièrent ; enfin un troisième groupe d'observateurs, tels que Wollaston (4), Bouchardat (5), avancèrent que la présence du sucre dans le sang des diabétiques n'est pas une chose constante. Que penser de ces opinions diverses et même opposées? Faut-il les admettre toutes comme étant fondées sur l'observation de faits réellement contradictoires? Certainement non ; car les phénomènes de la nature, par eux-mêmes, ne sauraient jamais être en contradiction : ce sont les opinions erronées des hommes qui seuls se contredisent ; et, à ce sujet, on confond presque toujours l'interprétation des faits avec les faits eux-mêmes. Quand on dit, par exemple, qu'il y a ou qu'il n'y a pas de sucre dans le sang des diabétiques, on n'exprime pas un fait, comme on semble le croire :

(1) Ambrosiani, *Annal. universal. de medec.*; Milano, 1835.

(2) *Note sur le diabète sucré* (*Journ. de Chimie médicale*, t. I, p. 1 ; 1825).

(3) *Journal de Pharmacie*, t. XII, p. 320 ; Paris, 1826.

(4) *On the existence of sugar in the blood, etc.* (*Philosoph. Mag.*, t. XXXVII, p. 79).

(5) *Revue médicale*, p. 321 ; 1839.

on émet simplement une opinion ou une interprétation déduite de l'emploi de méthodes ou de procédés de recherches qui constituent seuls les faits nécessaires à connaître pour porter un jugement sur l'opinion exprimée. Or nous allons voir que les méthodes expérimentales, et par conséquent les interprétations qu'on en a tirées, sont fautives aussi bien de la part de ceux qui ont affirmé que de ceux qui ont nié la présence du sucre dans le sang. Je ne fatiguerai pas l'Académie par les détails de mon examen critique (1), je m'arrêterai seulement à quelques indications générales qui seront relatives : 1° aux procédés chimiques mis en usage pour la recherche du sucre dans le sang; 2° aux conditions physiologiques dans lesquelles le sang a été examiné; 3° enfin à l'influence que les idées théoriques régnantes ont exercée sur la direction des recherches.

» Relativement aux procédés chimiques de la recherche du sucre dans le sang, il y a des auteurs, tels que Dobson, Wollaston, Bouchardat, qui n'indiquent pas la manière dont ils ont opéré; leur opinion se réduit ainsi à une simple assertion qui ne repose sur aucune démonstration. Vauquelin et Ségalas ont opéré sur le sang après sa coagulation et vingt-quatre heures après la saignée. Ils ont fait un extrait alcoolique dans lequel, disent-ils, ils n'ont pas reconnu la saveur sucrée. Henry et Soubeiran ont également examiné le sang après sa coagulation et en ont fait de même un extrait alcoolique dans lequel ils n'ont pu constater le sucre ni par la saveur sucrée ni par la fermentation. Quant au professeur de Pavie, Ambrosiani, il a procédé autrement : il a coagulé le sang par la chaleur après l'avoir étendu d'une certaine quantité d'eau; il a séparé, par le filtre, la partie coagulée et a obtenu un liquide rougeâtre dont il a précipité encore les matières albuminoïdes par l'acétate de plomb. Il s'est débarrassé ensuite de l'excès de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré et a achevé de clarifier en faisant bouillir avec une solution aqueuse de blanc d'œuf battu. Le liquide final étant concentré par l'évaporation, il y constata la présence du sucre à l'aide de la fermentation. Mac-Gregor a suivi la même méthode et, comme Ambrosiani, il a constaté l'existence du sucre dans le sang.

» Sans doute, en tant que procédé chimique, la précipitation du sang par l'alcool, mise en usage par Vauquelin et Ségalas, par Henry et Soubeiran, est un bon moyen de séparer le sucre qui reste dissous dans l'extrait alcoolique; mais notre objection portera ici sur les conditions physiologiques dans lesquelles le sang a été examiné, et nous dirons immédiate-

(1) *Revue scientifique*, nos 22 et 23; année 1874.

ment que la destructibilité du sucre dans le sang est si grande qu'une recherche faite vingt-quatre heures après la saignée, comme l'ont pratiquée les observateurs que nous venons de nommer, n'a aucune valeur : il faut agir sur le sang chaud au sortir des vaisseaux. Nous verrons plus loin que toute l'exactitude des résultats chimiques dans le sujet qui nous occupe dépend des conditions physiologiques dans lesquelles on s'est placé : ce qui prouve une fois de plus, comme nous ne cessons de le répéter, que la Chimie biologique reste complétement incertaine si elle n'a pas la Physiologie elle-même pour base. Quant aux analyses positives d'Ambrosiani et de Mac-Gregor, elles peuvent, comme les autres, pécher par les conditions physiologiques, mais elles sont en outre passives d'une cause d'erreur grave qui tient au procédé chimique lui-même. En effet, dans ce procédé, on clarifie le liquide dans lequel on recherche le sucre avec du blanc d'œuf. Or nous savons aujourd'hui (1) que le blanc d'œuf renferme du sucre (glycose), et en plus forte proportion que le sang lui-même. Il n'est donc pas étonnant qu'Ambrosiani et Mac-Gregor aient trouvé du sucre dans le sang, puisque, sans s'en douter, ils en ajoutaient par le fait du procédé de recherche qu'ils ont mis en usage.

» En résumé, de tout ce que nous venons de dire, il résulte que les expériences au moyen desquelles les auteurs précédemment cités ont cru pouvoir nier ou affirmer la présence du sucre dans le sang chez les diabétiques n'ont réellement aucune valeur scientifique ; elles doivent être rayées de la science et répudiées comme des essais, des tâtonnements entachés d'erreur qui ne méritent plus que l'oubli.

» Nous n'en dirons pas autant des expériences de Tiedemann et Gmelin. Ces expérimentateurs ont agi sur le chyle, le sang frais du chien, au sortir des vaisseaux ; ils ont précipité les matières coagulables par l'alcool et reconnu la présence du sucre dans l'extrait alcoolique repris par l'eau, au moyen de la fermentation. Magendie n'indique pas comment la recherche du sucre a été faite dans ses expériences ; mais je sais et je puis dire que le sang a été coagulé au sortir des vaisseaux par l'eau bouillante et le sucre constaté à l'aide du réactif cupropotassique, soit directement, soit après évaporation et concentration. Les expériences de Tiedemann et Gmelin, ainsi que celles de Magendie, restent donc exactes comme faits bruts, mais l'interprétation qui les faisait rattacher à une alimentation amylacée ou sucrée est au contraire erronée.

(1) BERNARD et BARRESWIL, *Compte rendu de la Société de Biologie*.

» Cette réflexion nous conduit tout naturellement à examiner notre troisième point de la critique expérimentale : je veux parler de l'influence que les idées théoriques, soit généralement régnantes, soit spéciales à l'investigateur, exercent sur l'interprétation et la direction des recherches.

» Une idée admise dès l'antiquité, et qu'on avait pris l'habitude de considérer comme une sorte d'axiome ou de vérité démontrée, est que le sucre était l'apanage exclusif du règne végétal; aussi, quand les médecins virent cette substance apparaître dans les urines ou dans le sang des diabétiques, ils expliquèrent sa présence par un état pathologique, par un trouble profond qui avait, en quelque sorte, transformé les fonctions animales en fonctions végétales, en empêchant l'animalisation ou l'assimilation de l'azote des aliments. Plus tard, quand l'expérimentation physiologique vint démontrer que le sucre se rencontre dans les liquides intestinaux et dans le sang à la suite de la digestion des aliments féculents, on considéra cette glycémie comme le résultat exclusif de l'alimentation végétale, et cela toujours en vertu de la même idée régnante, que les végétaux seuls étaient capables de former du sucre. Cette idée était même si puissante qu'on n'eut pas la pensée de rechercher, à titre de contrôle, si le sang d'un homme ou d'un animal nourri de viande était ou non privé de matière sucrée.

» Et cependant, en nous plaçant au point de vue rigoureux de la méthode expérimentale, ce contrôle était absolument nécessaire; car, pour prouver que le sucre de sang provenait bien des matières amylacées, il ne suffisait pas d'avoir rencontré du sucre dans le sang des animaux nourris avec de la fécule, mais il fallait, d'autre part, démontrer qu'il n'en existait pas dans le sang des animaux privés de matières amylacées dans leurs aliments. Les préceptes de la méthode expérimentale, auxquels on doit se soumettre comme à une consigne rigoureuse, exigeaient, je le répète, cette expérience de contrôle, qui eût rectifié immédiatement la conclusion erronée tirée des expériences.

» Je n'ai pas âgi autrement : c'est en faisant cette simple expérience de contrôle que j'ai trouvé qu'il y a toujours du sucre dans le sang de tous les animaux, quelle que soit la nature de l'alimentation, et même en l'absence de toute alimentation, c'est-à-dire après une abstinence prolongée. Ainsi, on le voit, les difficultés de cette découverte ne résidaient pas, à vrai dire, dans les imperfections des analyses chimiques ou des procédés d'expérimentation physiologique, mais principalement dans la pression d'une idée régnante dont il fallait se dégager à l'aide de la méthode expérimentale. Si

j'insiste, dès à présent, sur ce point, c'est afin de montrer que, dans nos études de critique expérimentale, que je désire poursuivre sur beaucoup d'autres parties de la science physiologique, nous n'aurons pas seulement à considérer les méthodes et les procédés manuels d'expérimentation que nous employons, mais aussi et surtout les conditions physiologiques des expériences, ainsi que les théories et les tendances de l'esprit qui nous dirigent dans nos investigations. J'ai déjà traité longuement de ces questions de méthode (1) et je n'ai pas à y revenir; je me bornerai à rappeler que dans la science des êtres vivants, la seule dont il s'agisse ici, les théories sur lesquelles l'expérimentateur peut s'appuyer sont encore si incertaines qu'il doit toujours en douter et garder toute sa liberté d'esprit pour ne s'attacher qu'au seul principe de certitude scientifique que nous ayons, le déterminisme absolu des phénomènes.

» Pour aujourd'hui, je m'arrêterai à l'historique de la question. Dans ma prochaine Communication, j'entrerai dans l'examen des conditions chimiques et physiologiques qu'il est nécessaire de remplir pour donner la démonstration expérimentale rigoureuse de la glycémie physiologique. »

MAGNÉTISME. — *Solution analytique du problème de la distribution dans un aimant;* par M. J. JAMIN.

« J'ai précédemment étudié par le contact d'épreuve la loi de distribution du magnétisme dans un faisceau de lames superposées (2). J'ai trouvé qu'elles gardent toutes un magnétisme égal, c'est-à-dire que le faisceau est uniformément aimanté dans toute sa masse et que la distribution extérieure est donnée par une formule qu'on peut écrire

$$(1) \qquad y = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}\left(1 - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}2l}\right)\left[e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x} - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}(2l-x)}\right]$$

A et k étant deux constantes, s, p, $2l$ étant la section, le périmètre et la longueur du barreau. Dans le cas où cette longueur peut être considérée comme infinie, la formule se réduit à

$$(2) \qquad y = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}\, e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x}$$

» Je vais justifier ces résultats par une théorie.

---

(1) *Voir* mon *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, 1865.

(2) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1553, et t. LXXI, p. 177.

» Je ferai remarquer d'abord que, pour établir les lois de la conductibilité calorifique, Fourier n'eut besoin de faire aucune hypothèse sur la nature de la chaleur : il se contenta d'admettre que la quantité de chaleur qui traverse une tranche intra-moléculaire est proportionnelle à la différence de température des molécules que cette tranche sépare. Plus tard, Ohm ne fit que reproduire la même idée pour découvrir les célèbres lois qui portent son nom ; il admit que la quantité d'électricité qui passe à travers une section d'un conducteur est proportionnelle à cette section et à la différence de tension. On va voir que ce même principe transporté au magnétisme conduira avec autant de sûreté aux lois de la distribution dans un barreau.

» C'est un fait connu que le magnétisme libre, celui que nous mesurons par les attractions qu'il exerce, se transmet de tranche en tranche. Ainsi, quand on place une armature de fer à l'extrémité d'un barreau de même section, une portion de ce magnétisme quitte le barreau pour se transporter sur le fer ; un état d'équilibre s'établit, et, entre l'acier et le fer, il n'y a qu'une différence de tension infiniment petite dy.

» Si donc on considère une section d'un barreau à une distance x de son extrémité, on peut admettre qu'une certaine quantité de magnétisme a été transmise par conductibilité de la distance x à la distance $x + dx$, en prenant des intensités correspondantes y et $y + dy$. J'admettrai, comme l'ont fait Fourier et Ohm dans un autre ordre d'idées, que la quantité de magnétisme M ainsi transmise est proportionnelle à la section s, à la différence des tensions $-dy$ et à un coefficient spécial de conductibilité $\frac{1}{k^2}$.

$$M = -\frac{s}{k^2}dy.$$

» On peut dire, pour justifier cette hypothèse, que, si une nouvelle quantité de magnétisme M, s'ajoutant à la première, traversait la tranche considérée, elle déterminerait une nouvelle différence d'intensité dy égale à la première et qui s'ajouterait à elle, de sorte qu'il doit y avoir proportionnalité entre le magnétisme transmis et la différence de tension qui s'établit. On peut dire aussi, d'une manière plus générale, que M est une fonction de dy, qui s'annule en même temps que dy, qu'on peut développer en fonction des puissances croissantes de dy, et qu'on peut ne conserver que le premier terme de ce développement.

» On peut dire enfin que les analystes et les physiciens, ayant admis une hypothèse semblable pour l'électricité et la chaleur, ont les mêmes

raisons de la considérer comme fondée quand elle se transporte au magnétisme.

» Cela étant, reproduisons le raisonnement qu'a fait Fourier pour les barres conductrices.

» Prenons deux tranches infiniment voisines placées à des distances de l'extrémité égales à x et à $x + dx$. L'intensité magnétique avant et après la première sera y et $y + dy$; avant et après la seconde, elle sera $y + dy$ et $y + 2dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx$; la différence des intensités, pour les points que sépare la première section, sera $-dy$; elle sera $-\left(dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx\right)$ pour la seconde; enfin les quantités de magnétisme transmises sont

$$-\frac{s}{k^2}dy, \quad -\frac{s}{k^2}\left(dy + \frac{d^2y}{dx^2}dx\right);$$

leur différence est

$$\frac{s}{k^2}\frac{d^2y}{dx^2}dx.$$

» Or cette différence exprime la quantité de magnétisme libre restée entre les deux sections considérées; celle-ci a une intensité moyenne y, elle est répartie sur une surface pdx, elle est égale à $pydx$, et il faut qu'on ait

$$\frac{s}{k^2}\frac{d^2y}{dx^2} = py, \quad \frac{d^2y}{dx^2} = k^2\frac{p}{s}y = a^2y$$

et, en intégrant,

(3) $$y = Me^{ax} + Ne^{-ax}.$$

C'est l'équation de Fourier; elle doit représenter à la fois la température dans une barre chauffée, et l'intensité magnétique dans un barreau.

» Pour déterminer les constantes M et N, on commencera par se rappeler que l'intensité magnétique est nécessairement nulle au milieu du barreau à une distance l,

$$0 = Me^{al} + Ne^{-al}, \quad M = -Ne^{-2al},$$

et, en remplaçant dans l'intégrale générale,

(4) $$y = N[e^{-ax} - e^{-a(2l-x)}],$$

ce qui est la forme de fonction établie pour la première fois par Biot. La constante N va se trouver par d'autres considérations. Étudions d'abord le cas d'un aimant de longueur infinie et uniformément aimanté dans sa masse entière, ce qui est le cas de nos faisceaux de lames. Alors la formule (4) se

réduit à son premier terme. La totalité du magnétisme se trouvera en prenant l'intégrale de $y\,dx$ depuis zéro jusqu'à l'infini, et en la multipliant par le périmètre p; d'un autre côté, cette totalité sera proportionnelle au nombre de filets magnétiques que renferme le barreau, qui est proportionnel à la section moyenne s; elle peut se représenter par As. On a donc la relation de condition

$$As = p\int_0^\infty y\,dx = \frac{pN}{a},$$

d'où

$$N = A\frac{s}{p}a = Ak\sqrt{\frac{p}{s}},$$

et l'équation de la distribution devient la suivante, qui est identique à la formule (2) que l'expérience a donnée :

$$(2) \qquad y = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x}.$$

» Supposons maintenant que la barre d'abord infinie soit coupée à une longueur $2l$, tout le magnétisme qui était contenu dans la barre primitive, depuis $2l$ jusqu'à l'infini, ne pouvant plus s'y loger, se transmettra en sens inverse vers l'origine, et s'y transmettra suivant la même loi : ce sera comme s'il se réfléchissait sur lui-même; c'est ce que l'expérience a démontré. Par conséquent, la courbe du magnétisme austral sera

$$y = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}\left[e^{-ax} + e^{-a(4l-x)}\right].$$

» Mais, d'autre part, la courbe de magnétisme contraire, partant de l'extrémité $x = 2l$, sera, au signe près, égale à la précédente, et son équation se trouvera en remplaçant x par $2l - x$,

$$y_1 = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}\left[e^{-a(2l-x)} + e^{-a(2l+x)}\right].$$

La différence $y - y_1$ représentera l'état magnétique de la lame; elle est égale, en remplaçant a par sa valeur et en réduisant, à l'expression

$$y - y_1 = Ak\sqrt{\frac{s}{p}}\left(1 - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}2l}\right)\left[e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}x} - e^{-k\sqrt{\frac{p}{s}}(2l-x)}\right],$$

qui est identique à la formule (1), que j'ai expérimentalement établie.

» Supposons que la barre soit un cylindre de rayon r, $\sqrt{\frac{p}{s}}$ devient égal

à $\sqrt{\frac{2}{r}}$. Posons $k\sqrt{2} = \mathrm{B}$, et nous aurons

$$(5) \qquad y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\sqrt{r}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}2l}\right)\left[e^{-\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}x} - e^{-\frac{\mathrm{B}}{\sqrt{r}}(2l-x)}\right].$$

» Nous avons supposé que la quantité de magnétisme qui passe de x à $x + dx$ est proportionnelle à la différence de tension dy. On pourrait admettre qu'elle est proportionnelle à la fois à dy et au périmètre de la barre; elle serait alors, au lieu de $\frac{s}{k^2}dy$, égale à $\frac{s}{k^2}p\,dy$, ce qui reviendrait à dire que le coefficient k^2 n'est point constant, mais qu'il est en raison inverse de p.

» Posons $k^2 = \frac{\pi \mathrm{B}^2}{p}$, et l'équation (2) devient, en supposant la barre cylindrique,

$$(6) \qquad y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}2l}\right)\left[e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}x} - e^{-\frac{\mathrm{B}}{r}(2l-x)}\right].$$

Or Biot, en s'appuyant sur des considérations tout autres et s'aidant des expériences de Coulomb, a établi autrefois une formule qui ne diffère pas sensiblement de la précédente, et que Green a retrouvée par une analyse plus générale. Cette formule diffère de la mienne en ce que $\mathrm{B}\sqrt{r}$ est remplacé par B. Il est certain qu'elle ne représente pas les intensités telles qu'on les mesure avec le contact d'épreuve; car, si l'on suppose la barre infinie, elle donne à l'extrémité $x = 0$ une intensité $\frac{\mathrm{AB}}{2}$ qui est constante et indépendante du rayon, ce qui est contraire à toutes les expériences. La mienne donne, au contraire, $y = \frac{\mathrm{AB}}{2}\sqrt{r}$, qui croît avec r, comme l'expérience le prouve.

» Cependant Biot a établi sa formule d'après les expériences de Coulomb, mais en déterminant les coefficients par la mesure des moments magnétiques, et M. Bouty a fait sur ce sujet un très-grand nombre de vérifications; d'où il faut conclure que la formule (5) exprime les racines carrées des forces d'arrachement et que l'expression (6) conduit au calcul exact des moments mesurés à distance, comme l'a fait Coulomb. M. Bouty croit avoir trouvé les raisons de cette différence en développant les idées que j'ai précédemment émises sur la conductibilité magnétique, comme on le verra par une Note ci-jointe, qu'il me charge de présenter à l'Académie (1). »

---

(1) *Voir* plus loin, à la Correspondance, page 836 de ce volume.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Végétation du maïs commencée dans une atmosphère exempte d'acide carbonique;* par M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Lorsqu'une graine est placée dans un sol humide, le premier symptôme de la vie végétale, la germination, ne tarde pas à se manifester. La radicule apparaît d'abord, puis la tigelle; la gemmule se tuméfie, et de ses lobes sortent des feuilles à l'état rudimentaire. En suivant le germe pendant ces évolutions, on constate que de l'oxygène de l'air est transformé en acide carbonique. Bientôt la tige porte des feuilles colorées en vert. L'appareil aérien est constitué pour remplir une fonction opposée à celle de l'appareil souterrain, la racine. En effet, les feuilles, pendant le jour, prélèvent du carbone sur l'atmosphère : aussi l'organisme augmente-t-il de poids. En l'absence de la lumière, c'est le contraire qui a lieu; les feuilles mêmes perdent du carbone comme en perdent l'embryon et les racines; aussi une plante, durant son existence, est-elle soumise à deux forces antagonistes, mais inégales, tendant l'une à lui enlever, l'autre à lui fournir de la matière. Dans l'obscurité, seule, la force éliminatrice persiste. Ainsi des pois, du froment, mis à germer dans une chambre noire, ont donné, en six semaines, la température étant de 15 à 20 degrés, des plants grêles, rampants, à peine colorés, gorgés d'eau et ne renfermant pas au delà des 0,40 du carbone initial de la graine.

» L'indice de l'assimilation, de l'accroissement est donc, dans les végétaux supérieurs, la coloration des feuilles, en un mot, l'apparition de la chlorophylle. De ces faits, que j'ai dû rappeler sommairement, il résulte que, la lumière n'agissant qu'en présence de l'acide carbonique, une plante, dans une atmosphère exempte de ce gaz, devrait se comporter comme si elle était plongée dans l'obscurité. Cependant il est constant que, dans cette situation, il est telle semence qui donne naissance à un végétal portant des feuilles colorées en vert et qui, dans une certaine limite, se développe comme à l'air libre, source intarissable d'acide carbonique. On doit alors se demander comment s'accomplit cette végétation, comment s'organisent les tiges, les feuilles dans un milieu privé de carbone. L'expérience que je vais décrire répondra, je crois, à cette question.

» Dans un flacon plein d'air privé d'acide carbonique, d'une capacité de 10 litres, fermant à l'émeri, au fond duquel on avait déposé une couche de sable quartzeux, lavé, calciné et humecté ensuite avec de l'eau distillée bouillie pour en expulser les gaz, on a mis deux graines de maïs pesant ensemble $0^{gr},846$.

» Deux autres graines de même origine, du poids de $0^{gr},885$, ont été analysées.

» I. — *Dosage de l'eau :*

Graines	$0^{gr},885$
Après dessiccation	0,777
Eau	0,108

» On trouva, pour la composition du maïs sec :

Carbone	$0^{gr},4447$
Hydrogène	0,0636
Oxygène	0,4583
Azote	0,0154
Cendres	0,0180
	1,0000

» Le 1er août, on avait introduit dans le flacon les deux graines pesant $0^{gr},846$; desséchées, elles eussent pesé $0^{gr},7428$ et auraient contenu :

Carbone	$0^{gr},3303$
Hydrogène	0,0473
Oxygène	0,3404
Azote	0,0114
Cendres	0,0134
	0,7428

» Les graines commencèrent à germer deux jours après avoir été enfouies dans le sable humide. Les plants se développèrent comme ils l'eussent fait à l'air libre.

» Le 15 septembre au matin, chaque plant de maïs portait trois feuilles bien constituées, d'un vert foncé, et une feuille naissante. Les tiges avaient 24 centimètres de hauteur. Ainsi qu'il arrive dans un sol pauvre, les racines prirent une extension extraordinaire; une des fibres détachée du chevelu mesurait 40 centimètres. On ne voyait aucune moisissure. La capacité limitée de l'appareil devint un obstacle à l'extension du végétal; les feuilles, à leur extrémité, se repliaient sur elles-mêmes. Les substances minérales appartenant aux semences devaient être utilisées; la végétation eût bientôt langui, et il serait arrivé ce que maintes fois j'ai observé, qu'un des plants, en mourant, aurait servi d'engrais au plant survivant. On mit fin à l'expérience.

» Des graines il ne restait plus que les épispermes vides; l'amidon, l'huile grasse, l'albumine qui en remplissaient les cellules avaient été mo-

difiés ou brûlés par une sorte de combustion respiratoire, et c'est sur l'un des produits de cette combustion, l'acide carbonique, que les feuilles pourvues de chlorophylle avaient agi pour en réintégrer le carbone dans l'ensemble de l'organisme qu'elles formaient quand elles étaient éclairées. C'est ce qu'établit nettement la composition de la récolte comparée à la composition des semences :

		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.
Graines	gr 0,7428	gr 0,3303	gr 0,0473	gr 0,3404	gr 0,0114	g 0,0134
Plants	0,6894	0,3046	0,0487	0,3109	0,0114	0,0138
Différences	−0,0534	−0,0257	+0,0014	−0,0295	0,0000	+0,0004

» Durant cette végétation, il n'y a pas eu acquisition, mais perte de matière. On a dosé, dans les plants développés en six semaines, $0^{gr},0257$ de carbone de moins que dans les graines. Il était resté, par conséquent, 47 centimètres cubes de gaz acide carbonique dans l'air ambiant ou dans l'eau imprégnant le sol et le tissu végétal. Il paraît évident que, si, au lieu d'enlever les plantes de l'appareil le matin du 15 septembre, on les eût enlevées le soir, la perte en carbone aurait été moindre, parce que les feuilles en eussent assimilé pendant toute la durée du jour.

» Ce que montre clairement cette expérience, c'est qu'une graine placée dans un sol stérile supportant une atmosphère stérile constitue d'abord, en germant, une atmosphère fertile, c'est-à-dire une atmosphère renfermant du carbone, au sein de laquelle, avec le concours de la lumière, les feuilles organisent de la chlorophylle et ensuite des matières amylacées et saccharines.

» Dans la végétation normale, les feuilles ne se bornent pas à pourvoir la plante de carbone, centre et en quelque sorte pivot de tout principe immédiat ; par l'aspiration qu'occasionne leur transpiration, elles amènent dans le végétal l'eau et les substances fertilisantes disséminées dans le sol : l'azote assimilable des nitrates et de l'ammoniaque, les bases alcalines, les phosphates. Il y a plus, ainsi que j'ai pu le reconnaître, les feuilles absorbent les composés ammoniacaux concrets dissous dans la rosée déposée à leur surface et, d'après les récents travaux de M. Schlœsing, les vapeurs ammoniacales répandues dans l'air.

» Les plantes récoltées après une végétation commencée dans une condition anormale devaient renfermer du sucre interverti et de la saccharose, puisqu'on a trouvé ces sucres dans des plants venus dans les mêmes circonstances : c'est que ces végétaux, malgré la faiblesse de leur consti-

tution, étaient verts et complétement organisés. Or on sait, par des observations dues aux physiologistes les plus éminents, et je citerai Mohl, Nägeli, Hofmeister, Sachs, que les feuilles pourvues de granules de chlorophylle, exposées à la lumière et au contact de l'acide carbonique et de l'eau, donnent naissance à de l'amidon, à des sucres et autres substances analogues, telles que la mannite, la lactine, et en même temps à une émission d'oxygène. La présence ou l'absence de protoplasma coloré en vert établit donc réellement deux ordres de cellules : celles qui introduisent de la matière dans l'organisme, celles qui n'en introduisent pas, mais dans lesquelles les principes formés sous la double influence de la chlorophylle et de la lumière subissent, ainsi que les albuminoïdes, de profondes modifications, soit par oxydation, soit par l'intervention de ferments diastasiques. J'irai plus loin, en admettant que les changements accomplis dans les cellules végétales dépourvues de chlorophylle ont lieu aussi dans les cellules épidermiques et dans les fluides du règne animal; c'est pourquoi le foie, les poumons, le sang, le lait contiennent de la graisse, des sucres, de l'inosite, du glycogène découvert par notre illustre confrère M. Claude Bernard, et dont les propriétés, comme la composition, sont celles de l'amidon. Enfin, du manteau des Crustacés, des Arachnides, on retire de la cellulose (1).

» Ces substances procèdent vraisemblablement des principes constitués dans la feuille, et, dans une cellule sans chlorophylle, dans une cellule animale, la saccharose peut devenir du sucre interverti; l'amidon, un corps gras, du glucose, de la dextrine; mais ces cellules ne sauraient engendrer aucune de ces substances; entendant ici, par création, la faculté de faire entrer, dans les êtres qui végètent ou qui respirent des éléments inertes, des éléments minéraux empruntés à l'air, à l'eau, à la terre. Cette puissance créatrice, seul, le végétal la possède. C'est ce que nous avons exprimé, M. Dumas et moi, en disant : Les animaux ne créent pas, ils transforment uniquement les principes élaborés par les plantes. »

---

(1) Dans le sang d'oiseaux, la moyenne de 12 dosages a été 0,005 de graisse. La nature de l'alimentation n'a pas eu d'influence sur les proportions de matière grasse. Le maximum 0,007 a été trouvé dans le sang d'un pigeon privé de nourriture depuis plusieurs jours.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations verbales présentées par M.* **Pasteur**, *à propos de la Communication précédente.*

« Je regrette de n'avoir pas été présent à la séance au moment où a commencé la lecture de la Communication que l'Académie vient d'entendre; mais chacun pourra juger de la plus ou moins grande conformité de ce que je vais dire avec les opinions de mes deux illustres confrères et maîtres, M. Boussingault et M. Claude Bernard.

» Mettons en regard les conditions d'une culture particulière de la fleur du vinaigre et les produits principaux qui peuvent résulter de cette culture.

Champ de culture.	*Produits principaux de la culture.*
Article ou semence de *mycoderma aceti* (d'un poids si faible qu'on ne saurait l'évaluer). Oxygène gazeux. Alcool ou acide acétique pur. Ammoniaque (dans un sel cristallisable pur). Acide phosphorique, id. Potasse, id. Magnésie, id. Eau pure. Absence de lumière et de matière verte.	Récolte d'un poids quelconque aussi grand qu'on pourrait le désirer. La plante contient les matériaux les plus variés et les plus complexes de l'organisation : Matières protéiques, Cellulose, Matières grasses, Matières colorantes, Acide succinique dans la liqueur, etc., etc.

» Une graine de *mycoderma aceti*, déposée dans un milieu minéral où l'aliment carboné unique est formé d'une substance organique très-éloignée de l'organisation, puisque cette substance est de l'alcool, ou de l'acide acétique, étendu d'eau, peut donc fournir un poids de matière organique quelconque, formée des principes immédiats les plus variés et, qu'on le remarque bien, infiniment plus complexes que l'aliment carboné, alcool ou acide acétique, dont tout le carbone de ces principes est sorti, sous l'influence de la vie de la semence. Ici, nulle complication dans l'interprétation des faits résultant du poids relatif des matériaux de la graine et des matériaux produits. La graine, on peut le dire, a un poids nul, tandis que la plante qu'elle donne pourrait avoir un poids immensément grand.

» La vie de la cellule, et de la cellule dans un des êtres les plus élémentaires et les plus infimes, n'a donc nul besoin de chlorophylle ou de matière verte ni de radiations solaires pour édifier les matériaux les plus élevés de l'organisation animale ou végétale. Un aliment carboné, quel qu'il soit, à la seule condition de n'être pas saturé d'oxygène et de pouvoir fournir en conséquence de la chaleur par oxydation directe, peut être mis en œuvre par les cellules les plus élémentaires et entretenir la vie.

» D'un autre côté, mettons en regard les produits et les conditions d'une certaine culture particulière de vibrions. L'intérêt est ici accru par cette circonstance que les êtres dont il s'agit sont doués de la faculté de se mouvoir et que la vie s'accomplit sans l'intervention du gaz oxygène libre.

Champ de culture.	*Produits principaux de la culture.*
Vibrion (d'un poids si faible qu'on ne saurait l'évaluer). Acide phosphorique (dans un sel pur cristallisable). Acide lactique, » Ammoniaque, » Potasse, » Magnésie, » Absence d'oxygène gazeux, de lumière et de matière verte.	Vibrions agiles formant un poids quelconque et contenant des matières cellulosiques, des matières protéiques et fournissant dans le liquide des substances colorantes, des alcools, de l'acide butyrique, de l'acide métacétique, etc., etc.

» Dans ce second exemple de culture, la chaleur nécessaire aux divers actes de la nutrition ou consommée dans la locomotion des vibrions est empruntée à la chaleur de décomposition de la substance fermentescible.

» Mais ce qu'aucune cellule vivante ne saurait faire si elle est privée de la faculté de transformation des radiations solaires par la présence de la matière verte, c'est de provoquer la décomposition du gaz acide carbonique, d'en fixer le carbone, en un mot de faire de ce principe un aliment. Dépourvue de la faculté dont je parle, en effet, où la cellule prendrait-elle la force chimique nécessaire à la décomposition du gaz carbonique? Or la vie dans le règne végétal consiste précisément et généralement dans la mise en œuvre des éléments du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, décomposés par l'influence combinée de la matière verte et de la radiation solaire.

» On comprendrait à la rigueur que des cellules spéciales, animales ou végétales, autres que des cellules à chlorophylle, pussent agir vis-à-vis de l'électricité comme les cellules à matière verte vis-à-vis de la radiation solaire, et que l'acide carbonique fût décomposé et son carbone assimilé, parce que les vibrations électriques, en s'éteignant dans le gaz, se seraient transformées dans la force chimique nécessaire à sa décomposition; mais ce n'est encore là qu'une vue de l'esprit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Dix-septième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs;* par M. TH. DU MONCEL.

« Comme je le disais dans mon avant-dernière Note sur cette question, mes expériences sur la conductibilité des corps humides ont été faites non-

seulement sur les liquides, mais encore sur les tiges de certains arbustes et sur le corps humain. Cette conductibilité chez les arbustes varie considérablement suivant les points où l'on applique les électrodes, suivant la nature et l'épaisseur de l'écorce, et suivant l'époque de l'année où l'on expérimente. Généralement l'écorce est beaucoup moins conductrice que l'intérieur de la tige, et l'on peut obtenir, par suite de cette hétérogénéité des parties constituantes de l'arbuste, des effets assez complexes, et même d'autant plus complexes qu'il s'y joint des courants locaux, qui, ainsi que l'a constaté M. Becquerel dans son savant Mémoire *Sur les courants développés par les végétaux,* sont dirigés de l'écorce à la moelle, du cambium au parenchyme, de la terre à l'écorce et aux feuilles, lesquelles se trouvent négatives par rapport à la terre. Si on fait l'expérience sur une tige d'*Alaterne,* on n'obtient qu'un courant très-faible quand on place les électrodes à la partie inférieure de la tige, ne serait-ce qu'à une distance de 2 centimètres l'une de l'autre. Je n'ai guère obtenu dans ces conditions qu'une déviation de (12°-9°) avec le courant de ma pile, et cette déviation s'est accrue de 1 degré au bout de cinq minutes. L'inversion de ce courant n'a donné que (10°-8°) au début, et 9 degrés au bout de cinq minutes. Dans aucun cas je n'ai pu obtenir de courant de polarisation appréciable. En plaçant les électrodes à une distance de 21 centimètres l'une de l'autre, la négative occupant le haut de la tige, qui avait à cet endroit une écorce très-mince et très-verte, le courant a fourni une déviation de (20°-17°), qui s'est réduite à 16 degrés au bout de cinq minutes et à 15 degrés au bout de dix minutes, sans déterminer encore de courant de polarisation; mais l'inversion du sens du courant a provoqué une diminution de cette intensité, qui s'est réduite à (13°-10°) au début, à 10°,5 au bout de cinq minutes, et à 11 degrés au bout de dix minutes, sans provoquer encore de courant de polarisation appréciable. Cette marche différente de l'intensité du courant avec la durée de sa fermeture, qui est ascensionnelle dans un cas et décroissante dans l'autre cas, provient sans doute du courant qui tend à se produire (au contact des lames de platine) de la partie plus humide à la partie la plus sèche, et il est présumable que la force plus grande du courant dans le premier cas tient à l'action du courant qui, d'après M. Becquerel, tend à s'établir de l'écorce à la moelle, celle-ci étant alors plus rapprochée de l'électrode négative que de l'électrode positive.

» En pratiquant une incision à la plante, d'abord en haut, puis ensuite en bas, et introduisant successivement mes électrodes de platine dans ces incisions, j'ai obtenu cette fois des courants locaux bien caractérisés, qui

étaient dirigés de l'écorce au bois dans le premier cas, et de bas en haut dans le second, avec des intensités représentées par (8°-6°) et (85°-43°). La première s'est maintenue à 6 degrés au bout de cinq minutes, mais la seconde s'est abaissée à 22 degrés dans le même espace de temps.

» Dans le premier cas, quand l'une de mes électrodes était fixée sur l'écorce et la seconde dans l'entaille du haut de la tige, l'intensité du courant transmis était représentée au début par (90°-66°), et s'est trouvée réduite à 62 degrés au bout de cinq minutes; le courant de polarisation résultant était de (16°-12°); mais, en renversant le sens du courant, la déviation a augmenté (90°-69°), et, au lieu de diminuer avec la prolongation de l'action, elle s'est maintenue au même degré, 69 degrés, et le courant de polarisation a pu atteindre (18°-14°). Cette différence d'intensité et de fixité du courant dans les deux sens était naturellement la conséquence du courant local dont il a été question.

» Dans le second cas, quand les deux lames de platine étaient fixées dans les deux entailles, l'intensité du courant de la pile est devenue si considérable qu'il a fallu employer la dérivation de 4 kilomètres, et l'on a obtenu, pour un certain sens, une déviation de (40°-33°), qui s'est maintenue en donnant lieu à un courant de polarisation de (90°-70°), qui s'est réduit à 46 degrés au bout de cinq minutes. Après avoir interverti le sens des communications des électrodes avec le galvanomètre et avoir fait passer pendant quelques secondes le courant de la pile, j'ai obtenu, comme avec le silex d'Hérouville, un courant de polarisation de sens contraire à celui qui avait été primitivement constaté et qui s'est inversé au bout de quelques instants pour laisser apparaître de nouveau le premier courant avec une intensité de 20 degrés, lequel courant a disparu dix minutes après.

» La conductibilité du corps humain, quoique fournissant les mêmes effets que les corps humides, dont nous venons de parler, a présenté quelques particularités sur lesquelles je dois un peu insister, car elles pourront donner d'utiles renseignements à ceux qui appliquent l'électricité comme agent thérapeutique.

» Le corps humain étant, au point de vue de la conductibilité électrique, un conducteur humide, dont les parties sont inégalement humectées, inégalement chauffées et servant d'enveloppe à beaucoup de liquides et de gaz soumis à des réactions chimiques, doit développer une foule de courants locaux dirigés dans divers sens et qui ne manifestent leur présence sur le galvanomètre que par suite d'un excès de tension des uns sur les

autres. Ce ne sont donc que des courants différentiels. Généralement ces courants sont dirigés de l'extérieur du corps à l'intérieur; mais ils se produisent également entre deux parties différentes de l'extérieur du corps, par exemple d'une main à l'autre, et ils sont alors généralement dirigés de la main gauche à la main droite à travers le galvanomètre. Dans ce cas, il semble probable que ces courants sont dus au contact de la peau avec les lames de platine, comme ceux qui se développent au contact de ces lames avec un corps humide quelconque, et, quand la peau est sèche, il est rare qu'ils se manifestent. Je n'entrerai pas du reste en ce moment dans d'autres détails sur ces effets très-complexes, qui n'ont qu'un rapport très-indirect avec la question que je traite en ce moment; je voulais seulement montrer que, dans les expériences de conductibilité dont je vais parler, ces courants locaux peuvent jouer un certain rôle.

» Voulant expérimenter dans les conditions où je m'étais placé dans mes autres recherches, j'ai employé des électrodes de platine, que j'ai liées assez fortement sur la partie interne des deux poignets du patient ou plutôt de la patiente. Ces électrodes avaient 4 centimètres et demi de longueur sur 3 centimètres de largeur, et, pour m'assurer si ma pile ne développerait pas une quantité de chaleur suffisante pour altérer la peau, j'ai cherché à déterminer l'élévation de température que ferait subir à un thermomètre le passage du courant de ma pile, traversant une résistance moindre que celle du corps humain. J'enveloppai en conséquence la boule d'un thermomètre sensible dans l'une des électrodes (l'électrode négative) qui reliait au circuit un morceau de peau humecté avec une solution de potasse, et, après avoir interposé entre les deux bouts du fil de mon galvanomètre la dérivation de 100 mètres, je fis passer mon courant pendant dix minutes. Or, pendant ce temps, le thermomètre s'était élevé à peine à $\frac{8}{10}$ de degré. D'un autre côté, bien que l'intensité du courant marquât 87 degrés, l'action chimique déterminée sous l'électrode négative n'avait donné lieu qu'à une petite teinte d'un jaune brunâtre à peine visible, et rien ne se montrait à l'électrode positive. Je pensai que dans ces conditions je pouvais appliquer sans crainte mes électrodes, et je fermai mon courant à travers les bras du patient. Ce courant, avec la dérivation de 100 mètres, ne m'a donné qu'une déviation de 38 degrés, qui s'est produite lentement. La peau du patient était alors un peu moite, et, bien que la pile fût faible, ainsi qu'on a pu le voir par les expériences précédentes, il ressentit, dès les premiers moments, une sensation de petite piqûre, qui se changea bientôt en une impression de brûlure très-

supportable d'ailleurs. Pendant l'action du courant, le sang s'était porté aux électrodes et l'intensité électrique a passé successivement et régulièrement de 38 à 40 degrés en cinq minutes et de 48 à 49 degrés pendant les cinq minutes suivantes. En réunissant alors les deux électrodes au galvanomètre, j'ai obtenu un courant de polarisation formidable qui, ayant atteint (90°-90°) au début, a passé par les phases suivantes, en observant toutes les cinq minutes : (90°-90°); 87°; 84°; 78°; 74°; 71°; (71°-66°); (71°-66°); (63°-62°); (59°-57°); 58°; 57°; 56°,5; 56°; 55°; 54°; 53°. L'expérience avait duré une heure et demie. J'ai alors renversé le sens des communications avec les électrodes et j'ai fait de nouveau passer le courant pendant dix secondes; j'ai obtenu, comme dans mes autres expériences, un courant de polarisation de sens inverse au premier, qui s'est inversé pour laisser reparaître le premier courant; après quoi j'ai retiré les électrodes, et, à mon grand étonnement, j'ai constaté aux parties des poignets où mes électrodes étaient appliquées la formation d'escarres très-prononcées, qui ressemblaient à des brûlures produites par un acide ou un caustique. Ces escarres, au nombre de trois au pôle négatif, étaient assez larges et surtout profondes. Au pôle positif, elles étaient très-petites et au nombre de trente-deux. Dans les deux premiers jours après l'expérience, aucune inflammation n'est survenue, et l'on pouvait croire que ces escarres se réduiraient à de simples écorchures; mais le troisième jour l'inflammation est survenue autour des escarres négatives, et il a fallu avoir recours à des cataplasmes de fécule qu'on a dû entretenir pendant un mois. Au bout de ce temps, les croûtes n'étaient pas encore tombées. Les escarres positives n'ont déterminé aucune inflammation et se sont guéries sans y rien faire; mais, au bout d'un mois, elles dessinaient encore une sorte de tatouage rouge très-caractérisé. Comment un courant dont l'intensité ne dépassait pas celle de 8 éléments Daniell a-t-il pu produire un effet aussi énergique?... C'est ce que les physiologistes pourront peut-être expliquer; ce qui est certain, c'est que l'action calorifique n'y est entrée pour rien. L'action chimique est-elle intervenue assez puissamment pour que les alcalis du corps précipités à l'électrode négative aient pu agir à la manière d'un caustique, et l'embarras apporté à la circulation du sang par les ligatures aurait-il rendu la mortification de la peau plus facile, ou déterminé une coagulation partielle du sang sous les électrodes? Je laisse aux physiologistes à décider à cet égard (1). Je dois toutefois signaler une circon-

(1) Une circonstance assez intéressante de cette expérience est que l'inflammation qui a

stance de l'expérience qui peut avoir quelque intérêt, c'est que quatre minutes après l'interruption du courant, et alors que j'étudiais le courant de polarisation, le patient a éprouvé à l'index de la main négative une vive douleur accompagnée d'un sentiment de chaleur, douleur qui s'est traduite par des oscillations considérables de l'aiguille du galvanomètre. Ces oscillations, dont l'amplitude atteignait 84 degrés à gauche et 40 degrés à droite, ont troublé pendant quelques minutes la marche décroissante du courant de polarisation. J'ajouterai que, malgré le peu de tension du courant, son interruption provoquait une commotion qui allait jusqu'au coude et qui était d'autant plus forte que le courant avait été fermé plus longtemps.

» D'après les chiffres des déviations fournies dans les expériences précédentes, on peut conclure que, dans de bonnes conditions de contact des électrodes, la résistance du corps humain entre les deux poignets varie de 350 à 220 kilomètres. Quand la peau est sèche et au commencement de l'expérience, elle peut dépasser quelquefois 2000 kilomètres. »

GÉOLOGIE. — *Expériences sur la schistosité des roches; conséquences géologiques qu'on peut en déduire* (1) (seconde partie); par M. **Daubrée**. (Extrait.)

« *Déductions à tirer des expériences pour l'intelligence de la texture des roches schisteuses.* — La texture schisteuse se rencontre indifféremment dans des roches fort différentes, tant par leur nature minéralogique que par leur mode de formation originelle. Elle affecte à la fois beaucoup de roches stratifiées fossilifères, particulièrement les plus anciennes, une partie du soubassement granitoïde qui sert de fondement à ces premières roches, ainsi que certaines masses, évidemment éruptives.

» Après avoir constaté expérimentalement avec quelle facilité se produisent le clivage et la foliation, dans des masses imparfaitement solides qui s'écoulent sous de fortes pressions, et pour un très-faible déplacement relatif de leurs particules, on ne peut plus s'étonner de la diversité minéralogique des roches schisteuses, non plus que de l'abondance avec laquelle plusieurs de ces roches se présentent dans l'écorce terrestre. Cette texture est d'ailleurs indépendante du mode de formation de la roche et de

---

suivi ces escarres a été accompagnée d'une éruption de petites pustules blanches qui se sont succédées pendant plus d'un mois, et qui n'avaient pas le caractère des boutons ordinaires. Elles ont acquis à la fin un assez gros volume et sont devenues de véritables clous.

(1) Voir, pour la première partie, le *Compte rendu* de la séance précédente, t. LXXXII, p. 710.

la cause de sa plasticité, que cette cause soit l'eau, comme dans les masses argileuses, ou la chaleur, comme dans les laves.

» Le passage graduel des roches massives aux roches feuilletées de même composition minéralogique est un fait des plus fréquents. Il n'est pas de contrée granitique qui n'offre de nombreux exemples de ces transitions. Or l'expérience montre que des échantillons de la même argile, à des états de dessiccation faiblement différents, soumis à la compression, fournissent des couches juxtaposées, les unes schisteuses, les autres dépourvues de ce caractère. Cette influence du degré de plasticité que j'avais reconnue dès mes premières expériences (1), fait comprendre les contrastes que l'on observe dans un même massif de roches partiellement schisteuses.

» Il est des géologues qui ont regardé le feuilleté des roches cristallines, telles que le gneiss, comme un vestige de stratification et assimilé les feuillets à des couches minces. Cette supposition a servi à appuyer le nom de *métamorphiques* qu'on a osé étendre à la totalité des roches de cette catégorie. Quoique j'aie cherché ailleurs à montrer l'importance du métamorphisme, je n'ai pas cessé de m'élever contre une conclusion aussi générale et aussi hypothétique. Entre certains gneiss et le granite, il n'y a pas plus de distance qu'entre les laves fèuilletées et les laves massives.

» L'observation qui précède suffit pour montrer combien, à plus forte raison, il y a lieu d'être circonspect dans les supputations des épaisseurs de ces roches que l'on a prétendu faire dans divers pays.

» *Relations du feuilleté avec les grands accidents du sol, particulièrement dans les chaînes de montagnes; structure dite en éventail.* — Depuis longtemps des relations de parallélisme ont été signalées dans diverses contrées comme unissant la texture schisteuse des roches cristallines avec les accidents généraux de la structure et du relief du sol.

» La cause de la schistosité paraissant reconnue, on peut retourner la question et, dans certains cas, se servir de cette empreinte significative d'anciennes actions mécaniques, à peu près comme on se guide d'après les dislocations des roches sédimentaires, pour discerner des actions mécaniques subies par l'écorce terrestre. La position de ces feuillets, considérés dans leur ensemble topographique et géographique, est comparable à l'appareil enregistreur, fréquemment employé dans les expériences pour représenter des mouvements.

» C'est particulièrement dans les massifs centraux des chaînes de mon-

---

(1) *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*, t. XVII, p. 112.

tagnes que cette disposition redressée du gneiss et de ses congénères mérite l'attention, à cause de la tendance à une régularité géométrique qui s'y manifeste fréquemment.

» Déjà de Saussure avait remarqué que le massif du Mont-Blanc « se » divise en grands feuillets qui ont leurs plans exactement parallèles entre » eux, et, ce qui est bien remarquable, c'est que ces plans sont parallèles » à la direction de la chaîne (1) ». De plus, ce grand observateur avait constaté que ces feuillets, qui sont à peu près verticaux dans le centre du massif, prennent dans les parties latérales des positions inclinées, que ces feuillets plongent symétriquement vers l'axe central, de manière à présenter, dans leur section transversale, la forme d'un *éventail entr'ouvert*. Enfin la protogine qui forme la masse centrale se lie par des passages graduels à des gneiss et des talcschistes qui l'enveloppent sur une grande épaisseur, excepté du côté méridional (2).

» Un autre trait de structure complète le premier : les terrains stratifiés ont été recouverts par des masses cristallines diverses, formant surplomb, qui ont été poussées au milieu d'eux, comme dans une déchirure, en forme de boutonnière (suivant l'expression de M. Élie de Beaumont). C'est donc un renversement de l'ordre normal. De même que les schistes cristallins qui leur sont immédiatement juxtaposés, les roches stratifiées plongent vers l'intérieur du massif (3).

» Une structure semblable a été reconnue ensuite dans d'autres massifs centraux de la chaîne des Alpes, particulièrement au Saint-Gothard, dans les Alpes bernoises, au Pelvoux, dans la chaîne de Belledone, ainsi que dans les Pyrénées, à la Maladetta et ailleurs.

» Comment expliquer une disposition qu'on croirait anormale et exceptionnelle, si elle ne se reproduisait, comme on vient de le dire, dans une série de massifs?

» Pour fixer les idées, prenons comme exemple le massif du Mont-Blanc, qui a été l'objet d'études nombreuses et approfondies. De Saussure, en voyant les feuillets et les plans de division qui traversent généralement avec beaucoup de régularité ces grandes masses cristallines, considérait ces roches comme stratifiées. Cette opinion a été admise par d'autres géologues,

---

(1) *Voyage dans les Alpes*, § 569.

(2) A. Favre, *Géologie de la Savoie*, t. III, p. 298.

(3) Tout cet ensemble est représenté dans l'ouvrage de M. A. Favre par les coupes d'ensemble et de détail, notamment *Pl. XVIII, XIX, XXII.*

parmi lesquels se rangent M. Alphonse Favre et M. Lory. Cela posé, il s'agit d'expliquer comment des couches, qui étaient déjà solidifiées, se sont redressées en partie verticalement vers le milieu, en partie en surplombant vers les deux limites. Pour cela, M. Lory assimile le cas aux ploiements des terrains stratifiés, qui sont bien connus dans le Jura et diverses parties des Alpes; il considère ces couches verticales comme des pieds-droits d'une voûte gigantesque, dont les parties supérieures auraient été détruites, sans qu'il en restât de vestiges. Cette ingénieuse hypothèse a reçu la sanction de M. Alphonse Favre dans son important ouvrage (1).

» D'un autre côté, l'éminent doyen des géologues alpins, M. Studer, pense que les feuillets et plans de division parallèles qui traversent les roches cristallines du Mont-Blanc ne sont pas des indices de véritables couches, et que ces roches ne sont pas stratifiées. De très-nombreuses observations dans diverses parties des Alpes suisses, et particulièrement dans les Alpes bernoises, où des couches de calcaire ont été enchâssées dans le gneiss, l'ont conduit à conclure que ces roches cristallines n'étaient pas solides, lorsqu'elles ont été poussées vers la surface. Sans modifier ces couches calcaires, comme cela aurait eu lieu s'ils avaient été alors à l'état de fusion, les gneiss les ont enveloppées à la manière d'une masse plastique.

» L'assertion que ces masses cristallines n'étaient pas solides, quand elles ont été poussées au jour, ne suppose pas qu'elles étaient tout à fait molles, mais seulement qu'elles n'étaient pas rigoureusement solides, et que, sous les énormes pressions qu'elles subissaient, elles jouissaient d'une certaine plasticité, comparable, par exemple, à celle des glaciers.

» Si l'on admet qu'il en a été ainsi, la nature feuilletée de ces masses, ainsi que les principaux caractères que présente la disposition de leurs feuillets, paraît pouvoir s'expliquer assez simplement.

» D'abord la poussée de bas en haut, qui a porté jusqu'à une altitude de plus de 4000 mètres ces masses, lors même qu'elles n'auraient été que faiblement plastiques, a dû nécessairement y déterminer une schistosité, dont le feuilleté était parallèle aux parois de cet énorme jet, c'est-à-dire à peu près vertical; il en a été ainsi tant que les masses sont restées encastrées et comprimées entre deux parois latérales.

» Mais lorsque ces masses, approchant de la surface, ont commencé à se dégager des puissantes pressions qu'elles venaient de subir, leur régime a dû se modifier.

---

(1) *Géologie de la Savoie*, t. III, p. 136.

» Des expériences spéciales ont été faites pour éclairer le mode d'écoulement qui correspond à cette dernière condition.

» De l'argile, préalablement bien malaxée et à peu près desséchée, a été coupée sous la forme d'un prisme carré. Après l'avoir placée entre deux plaques de fer carrées, de même dimension que la base du prisme, on a soumis ce prisme à l'action de la presse hydraulique. Dans cette opération, il sort de chacune des quatre faces latérales une bavure, dont la forme évasée, par suite du changement de pression, se raccorde aux faces du prisme.

» La masse ainsi déformée présente, dans sa cassure transversale, une texture essentiellement schisteuse, qui est ainsi disposée : dans toute la partie serrée entre les deux plaques, les feuillets sont parallèles aux deux parois; mais, dès qu'on passe à la partie qui dépasse ces plaques, on voit les feuillets s'infléchir et s'éloigner de l'axe, de manière à être parallèles aux deux surfaces extérieures du jet, qui vont elles-mêmes en s'écartant de plus en plus. Le feuilleté est surtout prononcé à proximité des deux surfaces externes; en général, il l'est beaucoup moins vers la partie centrale.

» Si l'on opère sur de l'argile qui a été mélangée de paillettes de mica, on obtient des effets semblables, mais encore plus prononcés. Dans toute la partie maintenue entre les plaques, les paillettes micacées sont devenues invisibles sur la cassure transversale, par suite de la régularité de leur alignement; puis les feuillets vont en s'éloignant, de manière à rappeler les pages d'un livre entr'ouvert.

» Cette expérience, qui a été répétée, donne toujours la même disposition. C'est comme un *fac-simile,* en miniature, de la structure feuilletée en éventail.

» En ce qui concerne les grands phénomènes mécaniques de l'écorce terrestre, l'expérimentation, qui ne peut les reproduire qu'en les réduisant à une très-faible échelle, n'est sans doute pas aussi concluante que pour la synthèse des anciens phénomènes chimiques et minéralogiques ; on ne doit y recourir qu'avec beaucoup de réserve, sous le risque d'en abuser. Il paraît cependant juste de prendre en sérieuse considération une ressemblance aussi fidèle que celle qui vient d'être signalée, quant aux traits les plus caractéristiques. N'est-on pas autorisé à en induire une certaine analogie dans les causes, surtout dans ce cas particulier où la structure générale du massif montagneux est en relation manifeste avec la texture schisteuse des roches qui le constituent, c'est-à-dire avec un caractère de

détail qui rentre dans le domaine de l'expérience et dans celui du raisonnement?

» Comme autre rapprochement, je rappellerai que le même procédé produit des bélemnites tronçonnées, identiques avec celles qui sont disséminées dans les marnes adjacentes aux roches cristallines, par exemple au-dessous de l'aiguille du Goûter, à la base du mont Lacha (sentier du Lavouet).

» Les passages entre la protogine la plus massive et la plus granitique aux talcschistes le plus feuilletés ne sont pas un argument en faveur de l'origine sédimentaire, ainsi que le montrent les expériences signalées dans la première partie de ce Mémoire. Cette disposition régulière des feuillets et leur parallélisme avec les plans de division, qu'on a supposés être des plans de stratification, me paraissent même avoir une signification contraire. En effet, dans les terrains stratifiés, bien authentiques, où la schistosité s'est produite, les feuillets sont le plus souvent obliques par rapport aux couches proprement dites.

» Pour nous reporter au Mont-Blanc, supposons que des couches jurassiques, qui étaient horizontalement placées, aient été poussées et traversées de bas en haut par des masses granitiques. Dans la région centrale qui nous occupe, comme dans l'intérieur des chaînes de montagnes en général, ces couches étaient d'ailleurs soumises à des pressions latérales qui ont laissé des empreintes irrécusables dans des refoulements de formes variées. Par suite, des lambeaux de ces couches ont été saisis et encastrés entre les masses cristallines. Ces lambeaux, d'abord redressés et serrés fortement contre les roches cristallines, notamment celles qui aujourd'hui constituent le Mont-Blanc et le Brévent, en ont partagé le sort : toutes ces masses, qui s'étaient pour ainsi dire épousées, ont obéi aux mêmes mouvements et se sont laminées ensemble. C'est ainsi que, malgré leur nature très-différente, la schistosité s'est produite simultanément et parallèlement dans les unes et dans les autres, comme nous le voyons aujourd'hui ; de même que, dans les expériences qui viennent d'être signalées, l'ensemble présente une divergence en éventail qui s'est imprimée aussi bien dans les couches jurassiques que dans les roches granitiques.

» En dehors de cette partie centrale, les mêmes couches jurassiques n'étaient plus, lors du mouvement, enchâssées comme des lanières étroites entre des masses cristallines : alors elles ont été simplement soulevées par ces roches cristallines. Ce second mode d'action se montre, tout à proximité du Mont-Blanc, dans le lambeau si remarquable qui cou-

ronne le massif des Aiguilles-Rouges, ainsi que dans le massif des Fiz, et, vers le sud, au Cramont : il n'y a nullement incompatibilité entre ces deux types de dislocation.

» La largeur du massif du Mont-Blanc, qui est environ de 13 kilomètres, ne dépasse pas beaucoup celle que présenteraient les deux remplis jurassiques qui le bordent au nord et au sud, du côté de la vallée de Chamounix et de celui du val Ferret, si, par la pensée, on restitue à ces remplis leur disposition première en les développant dans un plan horizontal. La partie de ces couches qui a disparu lors du brisement ou par les érosions de la période glaciaire ne paraît donc pas considérable, surtout si on la compare aux vastes ablations de couches que l'on voit de toutes parts, même en dehors des chaînes de montagnes.

» En résumé, la disposition géométrique des feuillets des masses cristallines et des couches jurassiques qui leur sont superposées dans divers massifs centraux des Alpes, notamment dans celui du Mont-Blanc, s'explique, conformément à l'expérience, comme l'effet de l'écoulement d'une masse qui n'était pas complétement solide. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Discussion des courbes barométriques continues du 7 au 14 mars 1876; du meilleur procédé à suivre pour comparer les allures de la température et de la pression;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Dans la séance du 24 mars dernier, M. le général Morin a paru surpris que, dans la discussion que j'ai présentée des allures comparatives du baromètre et du thermomètre lors de la récente tourmente de mars, je n'aie point utilisé d'indications continues, fournies par des appareils enregistreurs.

» Je désire, en premier lieu, montrer que les indications ne nous font pas absolument défaut. En effet, je mets sous les yeux de l'Académie trois courbes barométriques, obtenues, du 7 au 13 mars, au moyen du baromètre enregistreur à mercure de MM. Rédier, à Paris, par les inventeurs eux-mêmes; à Vannes, par M. du Grand-Launay, et à Perpignan, par M. le Dr Fines.

» Ces trois courbes, comparées aux deux autres, que MM. Renou, au Parc-Saint-Maur, et de Touchimbert, à Poitiers, ont conclues de leurs observations horaires, sont excellentes à consulter, tant qu'il ne s'agit que d'étudier le mouvement barométrique en lui-même. Le rapprochement de ces cinq courbes montre que l'oscillation barométrique du 10 au 13 mars

a été très-inégalement ressentie dans l'ouest et dans le midi de la France.

» Suivons, en effet, le mouvement sur les trois courbes continues de Vannes, Paris et Perpignan. On trouve que les deux premières ont des allures semblables. Après le maximum du 7, comme aux trois stations, on remarque, à Vannes et à Paris, trois minima très-prononcés les 9, 10 et 12, celui du 10 donnant la plus grande dépression. A Perpignan, le baromètre descend rapidement vers le 9; mais du 9, à 7 heures du matin, jusqu'au 10 à 5 heures du soir, la pression varie à peine et ne présente qu'une faible ascension dans la nuit du 9 au 10; enfin, le troisième minimum, celui du 12, disparaît presque entièrement : la pression, dans ce jour, s'est déjà relevée à $751^{mm},6$.

» L'intensité de la variation suit les même phases.

» A Perpignan, entre le maximum du 7 ($765^{mm},1$) et le minimum du 10 ($745^{mm},7$), il n'y a qu'une différence de $19^{mm},4$,

» A Paris, entre le maximum du 7 ($760^{mm},7$) et le minimum du 10 ($733^{mm},3$), on trouve une différence de $27^{mm},4$.

» Et, à Vannes, entre le maximum du 7 ($767^{mm},0$) et le minimum du 10 ($736^{mm},7$), cette différence s'élève à $29^{mm},9$ (1).

» L'intensité de l'oscillation a donc diminué du nord-ouest au sud-est.

» On remarque quelque chose de tout à fait analogue dans la transmission du mouvement.

» En effet, si l'on rapporte au temps de Paris les dates des cotes extrêmes, dans les trois stations (2), on obtient les heures suivantes (maximum du 7) :

Vannes........................	$7^{h}.40^{m}$	du matin
Paris........................	9.15	»
Perpignan....................	10.30	»

» La trépidation barométrique s'est donc fait sentir à Vannes une heure

---

(1) Je fais ici abstraction des petites différences qu'introduirait dans ces nombres la considération de la température du mercure, le baromètre enregistreur ne donnant que les indications brutes et non corrigées de la température; mais il est facile de voir que ces corrections seraient d'un ordre notablement inférieur à celui des différences que je viens de citer. M. le Dr Fines m'annonce, d'ailleurs, qu'il a ramené à zéro les indications de son enregistreur.

(2) Les heures de Paris et de Perpignan, ne différant que de deux minutes, peuvent, dans le cas actuel, être considérées comme les mêmes.

trente-cinq minutes plus tôt qu'à Paris et trois heures environ plus tôt qu'à Perpignan.

» La différence entre Paris et Perpignan, situés sensiblement à la même longitude, prouve que la transmission avait lieu du nord vers le sud, en même temps qu'elle se faisait de l'ouest vers l'est, de Vannes aux deux autres stations. Le mouvement de translation était donc sensiblement du nord-ouest au sud-est (1).

» L'examen des trois courbes montre que les époques de minima s'échelonnent dans le même ordre. Ainsi, la dépression barométrique du 9, qui, seule, est très-nette dans les trois stations, tombe (temps de Paris) : pour Vannes, vers 7 heures du matin; pour Paris, à $2^h 30^m$ du soir; pour Perpignan, à 7 heures du soir. La même conclusion se déduit de la comparaison des deux minima des 10 et 12, à Vannes et à Paris.

» Au fort du Lomont, où M. le capitaine du génie Le Vallois a fondé récemment une excellente station, le maximum arrive, le 8, vers 10 heures du matin, c'est-à-dire un jour plus tard qu'à Paris; mais les trois époques de minima (9, 10 et 12) sont un peu en avance sur Paris, c'est-à-dire que l'oscillation a été plus courte; elle a été moins intense aussi, car l'écart maximum a été seulement de $20^{mm},45$ (réduit à zéro).

» A Fécamp, où M. Ch. Marchand continue avec succès les observations faites avec tant de persévérance par son père, le minimum du 10, contrairement à ce qui s'est passé à Vannes et à Paris, a donné une plus grande dépression que celui du 12. Les côtes de la Manche ont donc présenté quelques différences avec celles de l'Atlantique.

» Telles sont les principales conclusions qu'on peut tirer de la simple comparaison de ces trois courbes barométriques entre elles. Cette comparaison n'offre aucune difficulté, surtout dans nos climats, où les variations horaires du baromètre, bien que toujours sensibles pour un bon observateur, sont incomparablement moins considérables que les grandes vagues atmosphériques qu'elles accidentent à peine. Il en est tout autrement de la température, dont il est fort rare que l'oscultation diurne soit entièrement dissimulée. On ne peut donc comparer entre elles, pour en déduire des conséquences certaines, les courbes brutes du thermomètre et du baromètre. Le problème se complique encore davantage dans les régions intertropicales, où l'on ne peut jamais éliminer l'effet de la double oscillation

(1) Les nombres fournis par les observations directes de M. de Touchimbert, à Poitiers, conduisent aux mêmes conclusions.

barométrique diurne; car on se trouve en face de deux minima et de deux maxima barométriques, d'un minimum et d'un maximum thermométriques, c'est-à-dire de six inflexions par jour, dont les instants ne concordent pas. On est donc forcément amené à condenser les deux courbes dans leurs moyennes diurnes pour les rendre comparables.

» L'un des diagrammes que je mets sous les yeux de l'Académie rend saisissante cette incomparabilité des deux courbes brutes du baromètre et du thermomètre. C'est celui où j'ai représenté les mouvements du baromètre et du thermomètre, observés au Parc-Saint-Maur du 7 au 15 mars. Pour ce dernier instrument, la courbe est avancée de trois jours sur celle du baromètre, c'est-à-dire sensiblement déplacée de la même quantité qu'elle l'était dans le diagramme présenté dans l'avant-dernière séance, et d'où résultait si nettement le parallélisme non synchronique des deux instruments. Or, on voit toujours dominer l'oscillation diurne; l'œil est continuellement attiré par les cotes élevées de midi à 3 heures, et par les cotes basses de 4 à 7 heures du matin. Il faut, en quelque sorte, faire un effort pour remarquer que, le 13 mars, c'est-à-dire trois jours après le minimum barométrique, tout s'est abaissé pour la température, dans le milieu du jour comme dans la matinée.

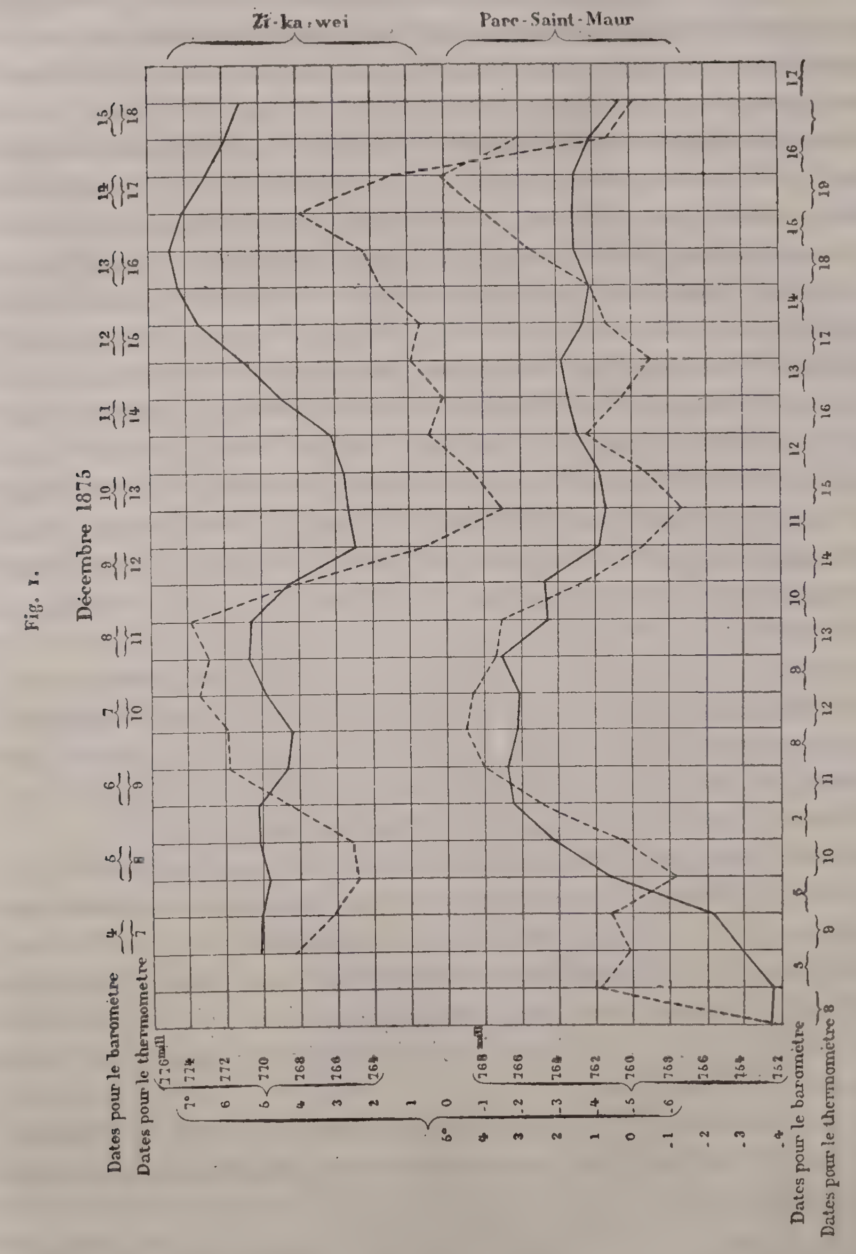
» On peut, à la vérité, essayer de tracer une courbe moyenne du thermomètre, en joignant les deux heures qui représentent la moyenne diurne ($8^h 20^m$ du matin et du soir); mais, si l'on se contente de les réunir par une ligne droite, les inflexions sont à peine marquées; et, si l'on veut tracer entre elles une courbe continue, elle est trop arbitraire.

» Je pense donc que le meilleur moyen de suivre comparativement les allures du baromètre et du thermomètre en un lieu consiste à construire les moyennes diurnes fournies par les deux instruments, ou mieux encore, à utiliser, comme je l'ai fait, la propriété dont jouissent, pour le baromètre comme pour le thermomètre, les deux moyennes de 4^h, 7^h, 10^h du matin et 1^h du soir, 4^h, 7^h, 10^h du soir et 1^h du matin, de représenter assez exactement la moyenne diurne.

» On peut ainsi suivre, de douze en douze heures, la marche des deux instruments, et conclure, avec une précision très-suffisante, la loi de leurs variations comparées (1).

(1) Plus tard, nous arriverons à une discussion plus serrée, d'heure en heure; mais, auparavant, il faudra se procurer, pour chacune des localités à étudier, la correction horaire moyenne. On ne peut, dans des discussions aussi délicates, appliquer à une station les corrections horaires déduites des observations d'une station voisine. Avant peu, j'espère pou-

» Je terminerai cette courte Note par un nouvel exemple de ce mode de



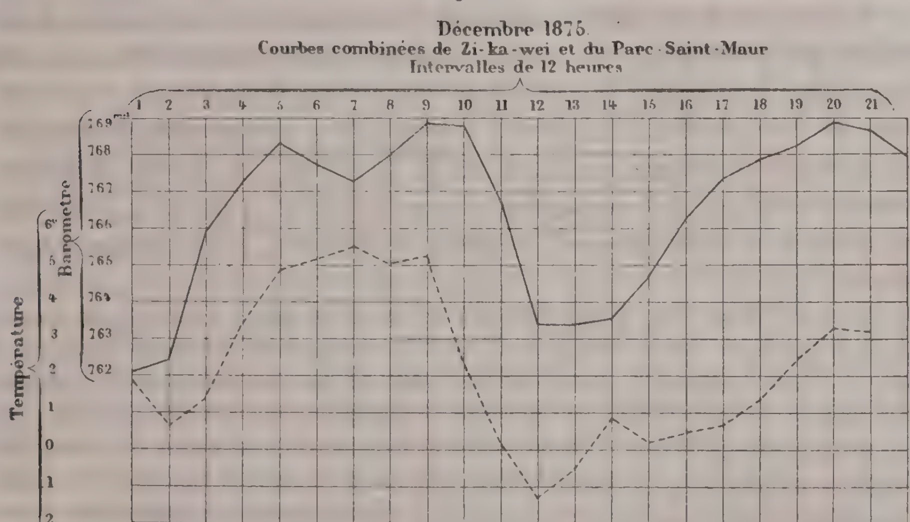
discussion. Il s'applique à l'oscillation de la mi-décembre 1875 (20e jour

voir donner ces corrections horaires pour deux stations parisiennes. Le travail est commencé, mais non encore terminé.

dodécuple), et j'ai pu comparer, à ce point de vue, deux stations bien distantes l'une de l'autre, à savoir : le Parc-Saint-Maur, près de Paris, et Zi-ka-wei, près Shanghaï, où les PP. Jésuites ont établi, depuis deux ans, un observatoire météorologique fondé sur les meilleures méthodes, où les thermomètres sont placés sous un abri modèle Montsouris, et les observations faites suivant la série trihoraire normale : 1^h, 4^h, 7^h, 10^h du matin et du soir.

» Grâce à cette identité de méthode, j'ai pu non-seulement, dans chaque localité, rapprocher les allures du thermomètre, mais encore comparer entre elles, à ce double point de vue, les deux stations elles-mêmes.

Fig. 2.



» Sans entrer dans des détails qui allongeraient outre mesure la présente Note et que rendent inutiles ceux que j'ai donnés (p. 705), il me suffira de faire remarquer que la *fig.* 1 montre : 1° l'oscillation quinquédiurne de la température, les 8, 13, 18 à Zi-ka-wei, et les 10, 15, 20 au Parc-Saint-Maur; 2° le parallélisme non synchronique des courbes barométrique et thermométrique dans les deux stations; la température étant de trois jours à Zi-ka-wei, de trois jours et demi au Parc-Saint-Maur, en retard sur la pression.

» Enfin, les allures manifestement analogues des quatre courbes m'ont fait penser que, en combinant séparément les deux courbes barométriques et les deux courbes thermométriques, on aurait deux courbes moyennes, qui feraient en grande partie disparaître les anomalies accidentelles. C'est ce que j'ai réalisé dans la *fig.* 2.

» On obtient ainsi deux courbes remarquablement semblables. La première, pleine, est la moyenne des deux courbes barométriques de Zi-ka-wei et du Parc-Saint-Maur à trente-six heures de distance; la seconde, ponctuée, est la moyenne des deux courbes thermométriques, à quarante-huit heures de distance; la station de Zi-ka-wei étant, dans les deux cas, en avance sur celle du Parc-Saint-Maur (1) ».

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe de Heiltz-le-Maurupt (Marne), en date du 20 février 1876*; par M. **Faye**.

« Les journaux ont parlé à plusieurs reprises, il y a six semaines, d'une trombe qui a ravagé, le 20 février dernier, la commune de Maurupt. En passant hier à Châlons, j'ai demandé des renseignements sur ce phénomène. M. l'Inspecteur d'Académie a bien voulu me remettre le Rapport qui lui avait été adressé à ce sujet par M. Legendre, instituteur de la commune ravagée, peu de jours après la catastrophe (le 27 février). Cette relation m'ayant paru de nature à intéresser l'Académie, je l'ai transcrite presque en entier :

« Monsieur l'Inspecteur, quand l'ouragan du 20 de ce mois a éclaté, j'étais dans la salle de la mairie, où j'avais été appelé en qualité de secrétaire du bureau de l'élection. A l'ouest de Heiltz-le-Maurupt apparaissait un orage qui ne présentait rien de menaçant. Deux coups de tonnerre se font entendre dans le lointain; 10 minutes après, à $4^h 30^m$, un bruit soudain, extraordinaire, se fait entendre. Je ne puis rendre la nature de ce bruit, qui avait quelque chose de sec, de ressemblant à celui que fait la grêle en tombant, mêlé à celui d'un violent incendie (2). Je retourne la tête et je vois des débris de toutes sortes lancés obliquement dans les airs : tuiles, ardoises, pierres, bois, formaient un nuage effrayant qui annonçait la destruction. Je crus qu'aucun édifice ne devait résister à ce déchaînement. Me retourner en avançant de quelques pas dans la direction de la porte fut l'affaire d'un instant, pendant lequel une pluie de verre et d'ardoises pénètre dans la salle. Les fenêtres sont renversées sur le plancher, les cheminées tombent et les murs sont ébranlés. — Une seconde avait suffi, l'ouragan était passé. Regardant alors par les baies des croisées, je pus con-

---

(1) Ainsi, dans la *fig.* 2, le premier intervalle de douze heures correspond, pour le baromètre, à la moyenne de Zi-ka-wei (4^h, 7^h, 10^h matin, 1^h soir du 4) et du Parc-Saint-Maur (4^h, 7, 10^h soir du 5, 1^h matin du 6); le 21e intervalle à la demi-somme de Zi-ka-wei (14 décembre : 4^h, 7^h, 10^h matin et 1^h soir) et du Parc-Saint-Maur (15 décembre : 4^h, 7^h, 10^h soir et 1^h matin du 16). Pour le thermomètre, le n° 1 correspond à Zi-ka-wei (7 décembre : 4^h, 7^h, 10^h soir et 1^h matin du 8) et au Parc-Saint-Maur (9 décembre : mêmes heures), et ainsi jusqu'au 21e intervalle.

(2) C'est bien cela : *heulend wie in Kaminbranden*, dit M. Reye : les trombes rendent un son particulier, elles sifflent ou mugissent.

templer dans toute leur horreur les désastres causés : des maisons écroulées, des pans de murs tombés, toutes les couvertures des autres habitations enlevées, la Grand' Rue remplie de débris. Retenu par un devoir impérieux, celui de garder le scrutin, j'attendis avec une anxiété facile à comprendre qu'on vînt me dire que personne n'avait péri. La fille de basse-cour de M. Collet, maire, avait seule été ensevelie sous un amas de briques, mais elle avait été retirée vivante. Des bestiaux, chevaux et vaches, sur lesquels étaient tombées des écuries, avaient été dégagés sains et saufs. Les pertes à déplorer, tant en mobilier qu'en immeubles, atteignent le chiffre de 150 000 francs. J'ai appris par deux hommes venant de Minecourt, qui suivaient l'orage, que l'ouragan avait commencé à 150 mètres des premières maisons. Ils ont vu descendre rapidement des nuages qui semblaient s'ouvrir, des rayons jaunâtres, convergeant vers un même point de la terre, produire une espèce de bouillonnement, en se transformant en une fumée blanche qui courait vers Heiltz-le-Maurupt avec une rapidité foudroyante. Est-ce la foudre ou seulement une trombe que nous avons à étudier ici? Si je ne craignais d'anticiper sur le domaine des savants, mon raisonnement amènerait pour conclusion la présence de l'électricité; mais je préfère laisser à d'autres le soin de résoudre le problème.

» Quelques particularités se sont produites qui ne sont pas sans intérêt. La foudre n'a exercé ses ravages que sur une largeur de 30 à 40 mètres, en ligne droite. Les tilleuls séculaires de la place de l'ancien château sont brisés. La première maison du village n'a de dégradé que la couverture, tandis que les granges et les écuries des maisons voisines, sur la même ligne, sont écroulées. Les pans de murs tombés sont ceux qui regardent l'est, bien que l'ouragan vînt de l'ouest. Toutes les pierres du mur d'enceinte du jardin de M. le Dr Leroux sont renversées, quoique ce mur fût peu élevé. Sa maison, la plus jolie de Heiltz-le-Maurupt, et aussi la plus solidement construite, offre un spectacle navrant. Un tuyau en pierre de la cheminée a été lancé par-dessus les maisons voisines et est allé tomber 60 mètres plus loin. Un gros sapin, brisé à 2 mètres de terre, a été transporté dans une cour séparée du jardin par des bâtiments élevés. Les rideaux du lit de M. le juge de paix ont été lancés dans le grenier, à travers le plafond de la chambre, sans qu'on puisse voir où ils ont passé. Il est évident que le mur ébranlé a fait un vide entre le plafond, et que son rapprochement instantané en a fait disparaître la place..... »

» Notons d'abord la déposition des deux témoins qui ont vu la trombe *descendre*, à 150 mètres des maisons du village. En second lieu la trombe a renversé en dedans les fenêtres de la grande salle de la mairie : s'il y avait eu aspiration, les fenêtres eussent été renversées en dehors. L'air, en s'engouffrant avec cette violence dans une chambre dont les autres issues restent closes, peut fort bien soulever un peu le plafond, en écarter un instant les murailles et donner passage aux objets légers qui seront entraînés dans l'étage supérieur sans qu'il y ait la moindre aspiration. L'instituteur explique ainsi, d'une manière très-plausible, le phénomène curieux des rideaux du lit du juge de paix. Enfin une circonstance paraît avoir vivement frappé les témoins, c'est la presque instantanéité du phénomène. Aussitôt après

son passage, plus rien. C'est que la trombe n'avait pas plus de 30 à 40 mètres de diamètre, et qu'à raison de 18 à 20 secondes de vitesse de translation tout le phénomène ne devait pas, pour un point donné, durer plus de 2 secondes. La netteté avec laquelle son cercle d'action mécanique était circonscrite n'est compatible qu'avec un pur mouvement gyratoire. Si les trombes étaient dues à l'afflux centripète de l'air inférieur convergeant de tous les points de l'horizon vers l'orifice inférieur d'une trombe aspirante, il y aurait peut-être bien un maximum d'effet vers cet orifice; mais la vitesse de l'air aspiré et, par suite, les effets mécaniques dus à cette vitesse ne cesseraient pas brusquement, absolument, à quelques pas du centre.

» Nous retrouvons précisément les mêmes phénomènes dans la trombe récente de Hallsberg, en Suède, qui est l'objet d'une controverse entamée dans les *Comptes rendus* entre M. Hildebrandsson et moi. Il me sera facile de faire voir lundi prochain, en me basant exclusivement sur le propre récit du savant météorologiste suédois, que les choses se sont passées à Hallsberg de la même manière qu'à Maurupt. L'observation suédoise est même plus concluante, parce que les principaux spectateurs se sont trouvés beaucoup plus près (à 17 mètres seulement) du lieu où la trombe a débuté, et cette fois en pleine forêt. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le déplacement des raies dans les spectres des étoiles, produit par leur mouvement dans l'espace;* par le P. **Secchi** [suite (1)].

» Je répète que je suis loin d'accuser les illustres savants qui se sont occupés de cette question d'avoir été trompés par cette apparence, mais elle peut servir à expliquer les nombreuses contradictions signalées plus haut. Du reste, ce n'est pas sans quelque fondement que j'ai été amené à soupçonner une telle illusion. Dès 1869, j'avais cherché à constater si la raie F avait rigoureusement, dans toutes les étoiles, la même position, et, pour cela, j'appliquais à l'objectif du grand équatorial un prisme de 6 pouces de diamètre et un chercheur incliné sur l'axe du grand réfracteur, dirigé de manière qu'en mettant l'étoile sur un fil du chercheur la raie coïncidât avec une pointe de micromètre dans la grande lunette; mais, après bien des recherches, je ne trouvai pas de changement; cette méthode, que je croyais nouvelle, n'était, en réalité, qu'une répéti-

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 761.

tion de la méthode employée jadis par Fraunhofer, comme je le reconnus ensuite. Cependant elle n'était pas sûre, car il était difficile de garantir l'invariabilité relative des deux lunettes. Alors j'imaginai de disposer, dans l'intérieur de la lunette, un prisme à vision directe, placé un peu excentriquement et avant la convergence focale des rayons ; à cause de cette excentricité, on pouvait laisser passer en dehors du prisme une portion des rayons, qui formaient dans le champ de la lunette une image directe et assez nette de l'étoile. Une lentille concave, placée convenablement sur leur trajet, corrigeait la différence de focalité entre ces rayons et ceux qui avaient traversé le prisme; on pouvait ainsi comparer une raie quelconque de l'étoile avec sa propre image directe, en mesurant la différence avec un bon micromètre. Je fis même construire par M. Hoffman un prisme à vision directe, dont la déviation pour la raie F coïncidait avec le rayon direct.

» L'examen d'un grand nombre d'étoiles, fait avec cet appareil, me prouva que la raie F gardait la même position relative dans toutes les étoiles, excepté deux ou trois présentant une différence qui ne pouvait être considérée comme parfaitement sûre. Or, si le déplacement de cette raie est si considérable que pour une classe il soit, par exemple, de toute la largeur de la raie F dans le sens +, et pour d'autres de même largeur dans le sens —, nous aurions dû avoir un déplacement double, par exemple, Sirius et Véga; et alors un tel déplacement ne pourrait passer inaperçu, ces raies étant tellement larges dans notre appareil qu'on pouvait les appeler des *bandes*. Il s'ensuit donc que ces déplacements si sensibles, trouvés par les spectroscopes, pourraient bien être dus à quelque autre cause inconnue et purement instrumentale.

» Ajoutons encore, en ce qui concerne la largeur des raies F dans les étoiles, largeur due selon toute probabilité à la forte pression du gaz, qu'il n'est pas encore prouvé que le milieu de cette raie reste fixe avec l'augmentation de ses dimensions en largeur.

» Pour conclure, je répéterai que je n'ai pas l'intention de déprécier les travaux faits par tant d'illustres savants sur cette matière, mais seulement d'exposer les doutes qui se sont présentés : je suis sûr qu'on me le permettra d'autant mieux que, moi-même, j'ai contribué quelque peu à ces recherches.

» Je m'en tiens à la partie expérimentale; quant au point de vue théorique, les inflexions des raies hydrogéniques, dans les protubérances solaires, ne seraient point sujettes à ces illusions, car ici on n'introduit dans

le champ de vision aucune lumière ni substance étrangère, mais on compare seulement la raie avec elle-même dans son prolongement par rapport à la partie courbée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Le Besgue.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Borchardt obtient.	26	suffrages.
M. Catalan.	12	»
M. l'abbé Aoust	6	»
M. Brioschi.	3	»
M. de Jonquières.	3	»
M. Boussinesq.	1	»
M. Fischer.	1	»

Il y a quatre billets blancs.

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 56,

M. Borchardt obtient.	29	suffrages.
M. Catalan	19	»
M. Brioschi.	3	»
M. l'abbé Aoust.	1	»

Il y a quatre billets blancs.

M. **Borchardt**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques, Zoophytes), actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 53,

M. Perrier obtient..	38	suffrages.
M. Fischer.	6	»

Il y a neuf billets blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Fischer obtient. . . . . 42 suffrages.

Il y a sept billets blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Perrier.**
En seconde ligne. . . . . M. **Fischer.**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Vitesse du flux thermique dans une barre de fer.* Mémoire de M. **C. Decharme** (2e partie). (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Dans les expériences précédentes (1), on attendait, avant de retirer la source de la chaleur, que tous les thermomètres implantés dans la barre métallique fussent arrivés à l'état stationnaire. Alors, dès que cette source cessait d'agir, la température commençait à baisser bientôt dans le premier thermomètre ; peu après, dans le second, et plus tard dans les suivants.

» Mais si l'on retire le brûleur avant que le phénomène soit arrivé à cette période d'équilibre de température, on obtient des résultats numériques qui conduisent à des courbes toutes différentes de celles du cas précédent ; ce qui se conçoit, puisqu'une partie des périodes d'échauffement et de refroidissement, ainsi que toute la période stationnaire, ont été supprimées. On remarque, en effet, dans le cas actuel, que le flux thermique continue à se propager dans la barre après le retrait de la source de chaleur ; il semble avoir acquis une certaine vitesse, qu'il ne perd que peu à peu, et les thermomètres placés à diverses distances de cette source atteignent leurs maxima, après un temps d'autant plus long qu'ils sont eux-mêmes plus éloignés de l'extrémité chauffée.

» Dans d'autres expériences, on a fait agir la source calorifique successivement, dans des conditions identiques, pendant 5, 10, 15 et 20 minutes, généralement pendant des temps θ, 2θ, 3θ, 4θ,... et l'on a trouvé,

---

(1) *Comptes rendus*, 27 mars 1876, p. 732 de ce volume.

entre ces temps de chauffe et les intervalles t, t', t'', t''',..., qui s'écoulent entre le moment du retrait de la source de chaleur et celui de la production des maxima de température, la relation simple suivante :

$$\theta + t = 2\theta + t' = 3\theta + t'' = C,$$

c'est-à-dire que la somme de deux termes correspondants, de chacune de ces séries, est *une quantité constante.* »

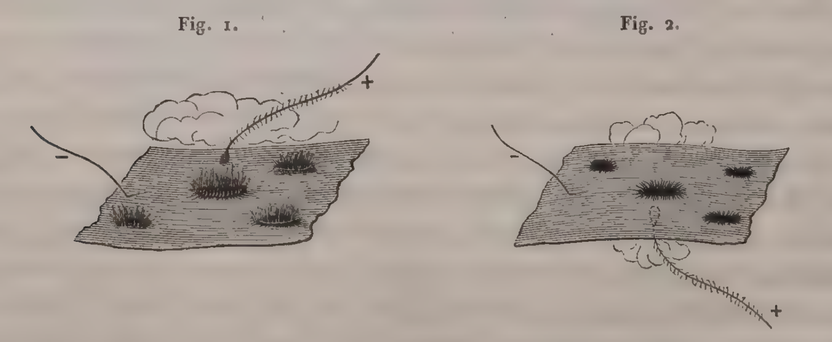
PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les taches solaires et sur la constitution physique du Soleil;* par M. G. **Planté**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Parmi les nombreuses analogies que révèle la comparaison des effets des courants électriques de haute tension avec les phénomènes atmosphériques et cosmiques, il en est une qui paraît très-remarquable et que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie. Voici l'expérience sur laquelle elle est fondée :

» Une feuille de papier à filtrer, humectée d'eau salée, est mise en communication avec le pôle négatif d'une batterie secondaire de 400 éléments. A peine le fil positif touche-t-il la surface humide, qu'il se produit, au-dessous de ce fil, avec dégagement de lumière et projection de vapeur, une cavité en forme de *cratère* hérissé, sur ses bords, d'innombrables filaments desséchés et enchevêtrés les uns dans les autres (*fig.* 1). Le fil

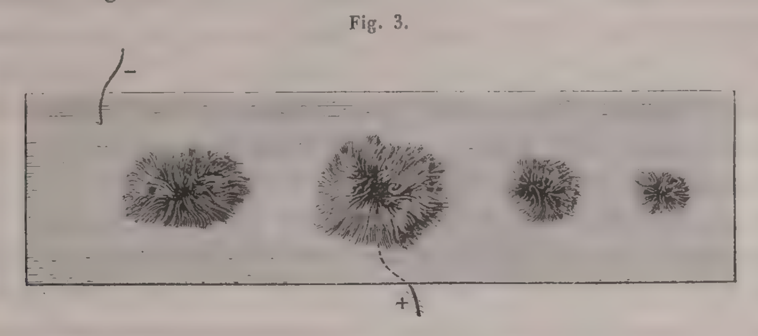
Fig. 1. Fig. 2.



positif se trouve en même temps recouvert d'un magma formé par la pâte de papier transportée; des débris filiformes adhèrent aussi à l'électrode sur une longueur de 10 à 15 centimètres. Les extrémités des filaments sont dirigées vers l'électrode positive, de sorte que, si l'on place cette électrode au-dessous du papier, on n'observe point de cratère saillant à la surface supérieure, mais une simple excavation dont les rebords

filamenteux sont comme *aspirés* et *rentrés* en dedans vers le point d'où sort l'électricité positive (*fig.* 2). Quelques filaments, par suite de leur grande longueur et de leur dessiccation instantanée, se recourbent en crochet à leur extrémité. La *fig.* 3 représente les détails de ces perforations électriques, en grandeur naturelle.

Fig. 3.



» Il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie complète de cette structure avec celle des taches solaires, telles qu'elles ont été observées par MM. Nasmyth, Dawes, Lockyer, Chacornac, le P. Secchi (1), Tacchini, Langley (2), etc., et qui ont été assimilées à des brins ou à des fagots de chaume, à des filaments recourbés, tordus ou entrelacés, etc.

» Ces apparences bizarres des taches solaires, si difficiles à expliquer par des actions mécaniques ordinaires, se comprennent facilement par l'intervention de l'électricité, dont le caractère est de cliver, de façonner en pointes ou de diviser en fils toute matière opposée à son passage, pour se frayer les voies multiples qui semblent nécessaires à son rapide écoulement.

» Il est donc permis d'admettre que les taches solaires sont des cavités produites par des éruptions essentiellement électriques; que, par suite, la masse interne du Soleil doit être fortement chargée d'électricité; et que, d'après le sens des excavations dont les talus filamenteux sont *rentrés* vers l'intérieur de l'astre, l'électricité qui s'en échappe doit être *positive*.

» J'ai été conduit ainsi à étudier les phénomènes présentés par les globules incandescents qu'on obtient en fondant de gros fils métalliques à l'aide d'un puissant courant électrique de *quantité*; je résumerai très-succinctement les effets que j'ai observés sur des globules de fer et d'acier de 7 à 8 millimètres de diamètre :

---

(1) Voir *le Soleil*, par le P. Secchi, 2e édition, p. 53, 61 à 69, 92, 94, etc.

(2) Voir *Journal de Physique*, par M. Ch. d'Almeida, avril 1875, p. 123 à 126.

» 1° Leur surface liquide incandescente paraît agitée, *ondulée*, et parsemée de *taches* de toutes dimensions, produites par des bulles gazeuses qui viennent de l'intérieur du globule, où elles causent aussi une vive effervescence ; 2° ces bulles se développent si rapidement, qu'il est difficile de saisir leurs diverses phases ; on y distingue néanmoins des ombres, des pénombres et des parties brillantes ; 3° elles finissent par percer l'enveloppe liquide, en projetant des parcelles incandescentes ; 4° les globules refroidis présentent une surface *ridée* et mamelonnée ; 5° on reconnaît qu'ils sont *creux*, et que leur enveloppe est d'autant plus mince, que le métal renfermait plus de gaz en combinaison.

» Ces expériences permettent de conclure, par voie d'analogie : 1° que le Soleil peut être considéré comme un globe *creux* électrisé, plein de gaz et de vapeurs, recouvert d'une enveloppe *liquide* de matière fondue et incandescente ; 2° que les rides ou *lucules* de sa surface proviennent des ondulations de cette enveloppe liquéfiée ; 3° que les *taches* sont produites par les masses de gaz et de vapeurs électrisées, venant de l'intérieur de l'astre, perçant l'enveloppe fluide et donnant aux rebords des cavités, ainsi qu'il a été dit plus haut, les formes qui caractérisent le passage de l'électricité positive ; 4° que les *facules* semblent être une phase brillante dans l'évolution des masses gazeuses, lorsqu'elles se rapprochent de la surface avant leur éruption ; 5° que les *protubérances* sont formées par les gaz eux-mêmes, sortant de l'intérieur de l'astre à une température plus élevée et, par suite, plus lumineux que ceux qui forment l'atmosphère de sa surface.

» On peut objecter à ces conclusions que les globules métalliques dont il s'agit sont produits entre les deux pôles d'un appareil et traversés par un courant électrique, tandis que le Soleil est isolé dans l'espace ; mais, en se reportant à mes expériences antérieures, telles que celle de la *gerbe*, on conçoit la production de sphéroïdes électrisés, entièrement détachés de la source d'où ils émanent. De plus, si, dans l'expérience actuelle, on laisse fondre le fil auquel le globule adhère, le courant s'interrompt ; le globule reste suspendu à l'un des pôles, et, pendant le court instant qu'il se maintient incandescent, on voit encore des taches se produire, et des bulles se dégager à sa surface. Si ce phénomène dure un temps appréciable, avec une aussi petite masse de matière, on comprend quelle durée il peut avoir quand il s'agit du globe immense du Soleil. Le mouvement vibratoire électrique communiqué persiste, à l'instar du mouvement mécanique, avec les effets physiques et chimiques qui lui sont propres. Ainsi, le Soleil ne crée point l'électricité qu'il possède, non plus que la chaleur et la

lumière qui en sont la transformation : c'est une provision qu'il a reçue de l'anneau nébuleux dont il n'est qu'une particule brillante, destinée à s'éteindre un jour; cet anneau nébuleux dérive d'une autre onde électrisée, et ainsi de suite, jusqu'à la cause première, créatrice de toute force et de tout mouvement. En se plaçant à ce point de vue, l'incandescence du globe solaire, prolongée pendant une longue série de siècles, n'est elle-même qu'une étincelle de courte durée dans l'infini du temps et de l'espace. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de l'asparagine contenue dans les jus sucrés (betteraves et cannes) sur l'essai saccharimétrique; destruction du pouvoir rotatoire de l'asparagine; méthode de dosage.* Note de MM. **P. Champion** et **H. Pellet.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« D'après M. Bouchardat, le pouvoir rotatoire de l'asparagine en solution ammoniacale correspond à — 11°18'.

» D'après nos essais, ce pouvoir, déterminé à l'aide du saccharimètre Laurent (lumière jaune), sur l'asparagine en dissolution dans l'eau, est de — 6°14' (1). Solution d'asparagine dans l'eau, contenant 10 pour 100 d'ammoniaque en volume : pouvoir rotatoire — 10°41'.

» Nous avons remarqué que ce pouvoir augmente avec la proportion d'ammoniaque.

» En calculant le pouvoir rotatoire à la lumière blanche de la solution ammoniacale d'asparagine (ammoniaque 10 pour 100), d'après le rapport entre les pouvoirs du sucre $\frac{+73,80}{+67,38}$, on trouve — 11°23'. La différence entre ce résultat et celui qu'avait indiqué M. Bouchardat provient sans doute de la concentration différente de la solution ammoniacale employée.

» D'après MM. Pasteur et Dubrunfaut, le pouvoir rotatoire de l'asparagine en dissolution dans l'eau, additionnée d'acides minéraux, change de signe.

» Une solution d'asparagine dans l'eau contenant 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, en volume, a un pouvoir rotatoire de + 37°27' (2) (lumière jaune).

---

(1) Solubilité de l'asparagine dans l'eau :

1,72 pour 100 (Sachs, *Physiologie végétale*, p. 841),
1,66 pour 100 (P. C. et H. P.).

(2) P. C. et H. P.

» M. Dubrunfaut pense que les betteraves renferment une proportion d'asparagine qui peut s'élever à 2 ou 3 pour 100 du poids des racines.

» Si l'on ajoute de l'asparagine à un jus de betteraves et qu'on traite ensuite la solution par l'acétate tribasique de plomb, le liquide filtré, quoique alcalin, possède un pouvoir rotatoire +, plus élevé que celui du même jus additionné d'acétate tribasique de plomb (1). Exemple :

1° Jus de betterave. P. R. correspondant à sucre....	$9^{gr},58$ pour 100^{cc}
2° Même jus additionné de 1^{gr} d'asparagine........	10,13
Différence..............	0,55 (2)

» En étudiant les propriétés optiques des solutions d'asparagine, nous avons reconnu que l'acide acétique, en proportion suffisante, détruit le pouvoir rotatoire de l'asparagine. Exemple :

On a ajouté 10^{cc} d'acide acétique à 8°, au jus n° 2. Le pouvoir rotatoire correspondait à : sucre.................................... $9^{gr},60$

» Il résulte de là que, en raison de la présence fréquence de l'asparagine dans les jus de betteraves, le titre saccharimétrique est généralement trop élevé. Dans certains cas, l'écart entre les titrages, avant et après addition d'acide acétique, peut s'élever à : sucre $0^{gr},7$ pour 100^{cc} (2).

» Nous ajouterons qu'il ne suffit pas (après traitement par le sous-acétate de plomb) d'acidifier la liqueur par de l'acide acétique, mais qu'une proportion de 10 centimètres cubes d'acide à 8 degrés pour 100 centimètres cubes de jus est toujours suffisante.

» La faible alcalinité des jus ne paraît pas détruire entièrement l'asparagine (libre ou combinée) pendant la concentration, et les mélasses de betteraves et de cannes présentent souvent aussi la réaction que nous avons signalée pour les jus. Exemple :

Mélasse étendue et additionnée de 10^{cc} pour 100 d'acétate de plomb tribasique. Sucre pour 100^{cc}..............................	2,88
Mélasse étendue et additionnée de 10^{cc} pour 100 d'acide acétique. Sucre pour 100^{cc}..............................	2,79

Soit une différence de 0,09 de sucre, correspondant à $\frac{3,1}{100}$.

(1) Dans ces essais comparatifs, il est nécessaire d'employer des volumes égaux d'acétate de plomb, de même concentration.

(2) Après un certain temps de conservation, les betteraves ne paraissaient plus contenir d'asparagine.

(3) La réaction inverse se produit si l'on emploie une quantité insuffisante d'acétate de plomb; aussi, dans la recherche de l'asparagine, doit-on éviter de précipiter l'excès d'acétate à l'aide du sulfate de soude.

» Si la mélasse renfermait 50 pour 100 de sucre, on aurait commis par l'essai direct une erreur de $1^{gr},5$.

Même mélasse étendue, additionnée de	20^{cc}	pour 100 d'acétate de plomb. Sucre..	$3^{gr},02$
» »	40	» » ..	3,19

» Il résulte de ces essais que le pouvoir rotatoire de l'asparagine augmente avec la proportion d'acétate de plomb, sans doute en raison de l'alcalinité de ce composé.

» *Méthode de dosage de l'asparagine.* — Soit un jus de betteraves, correspondant à une déviation de 300 divisions du saccharimètre Laurent :

Déviation après addition d'acide acétique........................	283 divisions.
Déviation du jus normal, après addition de 2 grammes d'asparagine.	325 » (1).

» D'où l'on déduit :

» 1° la différence de déviation entre le jus normal et additionné d'asparagine 325-300 représente 25 divisions, correspondant à 2 grammes d'asparagine.

» 2° Différence entre le jus normal et le même jus après traitement par l'acide acétique, $300 - 283 = 17$ divisions; on a $\frac{25}{2} = \frac{17}{x}$, d'où $x = 1^{gr},36$ d'asparagine pour 100 centimètres cubes.

» Nous avons constaté par des essais directs que, pour des jus sucrés, renfermant une proportion d'asparagine inférieure ou égale à 3 pour 100, et additionnés de 10 centimètres cubes pour 100 de sous-acétate de plomb (à 34° B.), la déviation du plan de polarisation est exactement proportionnelle à la quantité d'asparagine.

» On ne doit pas conclure de l'essai précédent que dans tous les jus de betteraves une différence de déviation correspondant à 25 divisions, entre l'essai direct et acétique, représenterait $1^{gr},36$ d'asparagine. La composition variable des jus peut modifier le volume du précipité de plomb et, par suite, l'alcalinité de la liqueur. »

(1) Déduction faite, dans tous les cas, de l'augmentation de volume due à l'addition du sous-acétate de plomb et de l'acide acétique.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol, essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth* (deuxième Communication) (1); par M. SIRODOT.

(Renvoi à l'examen de M. P. Gervais.)

« *Deuxième phase.* — Le sommet antérieur de la couronne offre les premières traces d'usure. L'ossification de la dent, à l'époque où le sommet antérieur de la couronne vient se placer dans le prolongement de la surface des triturations, est encore fort incomplète; en général, quel que soit le nombre des collines qui la composent, les trois premières seules sont entièrement solidés et forment un premier groupe, fréquemment rencontré à l'état d'isolement. La base de la quatrième est encore très-nettemen excavée; à la cinquième, l'excavation s'élève plus haut dans la partie centrale; à la sixième, plus haut encore; et ainsi de suite, de telle sorte que, si le nombre en est assez grand, les dernières ne sont constituées que par une mince enveloppe solide superficielle. Alors, des prolongements lamellaires du bulbe dentaire, les trois premiers sont effacés, et la rétraction des suivants est en raison inverse de leur numéro d'ordre, à partir du quatrième.

» La formation du cément suit une marche parallèle à celle des collines; dans la seconde moitié de la dent, sur les faces latérales internes et externes encore immergées dans les maxillaires, les collines sont séparées par des sillons dont la profondeur s'accuse de plus en plus, d'avant en arrière et du sommet à la base de la couronne; dans la région postérieure, les enveloppes de cément de deux collines consécutives ne sont soudées que sur une bande médiane s'étendant du sommet à la base. Il faut en conclure que les lobes du sac dentaire coiffant les collines encore libres s'effacent progressivement d'avant en arrière, d'abord au sommet de la couronne, plus tardivement sur les faces latérales. A cet état, la constitution définitive de l'enveloppe générale de cément ne paraît donc pas s'étendre beaucoup au-dessous de la ligne d'intersection de la surface de la partie émergée de la couronne avec la surface du maxillaire.

» A ce degré d'ossification de la couronne, les pièces pourvues de racines sont tout à fait exceptionnelles. Faut-il en conclure, avec quelques anatomistes, que ces racines peuvent faire absolument défaut? Ce serait une erreur. La formation des racines est postérieure à celle de la couronne, et leur solidification s'accomplit progressivement de la base vers l'extrémité

(1) Voir les *Comptes rendus* de la séance du 27 mars.

libre, et de dehors en dedans. Or, chez les Éléphants, les racines sont presque exclusivement formées d'ivoire, et, comme cette substance est très-friable, elles ne peuvent échapper aux détériorations que subissent les fossiles, qu'autant que leur paroi solide a acquis une épaisseur suffisante. La préparation, au laboratoire, d'échantillons rapportés avec la gangue a donné la preuve que la première racine aux molaires inférieures, la première ou les deux premières aux molaires supérieures, sont nettement détachées de la région basilaire commune, avec une épaisseur de parois variant de 1 à 3 millimètres, suivant le numéro d'ordre de la dent; que celle qui suit immédiatement est indiquée; qu'il n'y a pas de trace des autres.

» La délimitation de la base des premières racines a circonscrit, dans la région antérieure de la dent, une *cavité infracollinaire*, occupée par la branche antérieure de l'arc figuré par la partie basilaire du bulbe. La comparaison avec des états antérieurs montre que cette branche s'est rétractée, de toute la distance qui sépare le point d'origine de la première colline de celui de la troisième. Or, comme la première colline se détache aux trois cinquièmes, environ, de la hauteur de la face antérieure de la dent, tandis que l'origine de la troisième se trouve à la base de la même face, les trois cinquièmes de la face antérieure résultent de l'ossification de la région basilaire de la racine. Cette particularité fixera les idées sur la disposition que Falconner appelle le *talon*.

» A ce degré d'ossification, la couronne de la très-grande généralité des échantillons est incomplète; sa conservation est plus parfaite aux molaires supérieures, en raison de leur forme, et d'autant mieux que l'épaisseur des collines est plus faible. Néanmoins, leur classification, fondée sur le groupe des trois premières collines, peut être sérieusement établie.

» *Troisième phase.* — La face antérieure est rasée et la surface de trituration descendue, latéralement, au niveau du collet de la première racine. A cet état de développement et d'usure, la face antérieure de la molaire n'existe plus, la surface de trituration s'étend sur un nombre de collines variable avec le numéro d'ordre de la dent et l'angle sous lequel elle coupe les collines; la couronne est complétée sur les faces latérales, à l'exception des sixièmes molaires supérieures à collines épaisses, pour lesquelles les sillons latéraux sont encore très-accusés; les racines, définitivement constituées sur la moitié antérieure, sont incomplètes. Au delà, la cavité infracollinaire, remplie antérieurement, est libre en arrière et laisse voir la base des collines postérieures le plus souvent excavée; enfin la branche antérieure de l'arc du bulbe dentaire est en grande partie rétractée, et les

prolongements lamellaires du bulbe, en voie d'effacement, n'existent plus qu'à la base de la dernière racine. La constitution, la disposition et le nombre des racines, le mode de remplissage de la cavité infracollinaire sont les deux points les plus importants à établir.

» Toutes les molaires, à l'exception des sixièmes et dernières, sont représentées, dans la collection, par quelques pièces dont les racines, restaurées avec le plus grand soin, sont assez complètes pour donner une idée exacte de leur structure, de leur forme, de leur disposition et de leur nombre. Les racines antérieures, entièrement solides, sont formées d'une masse d'ivoire revêtue d'une mince couche de cément; la dernière, très-grosse, n'est constituée que superficiellement; les autres sont à des états intermédiaires. Le nombre des racines est variable avec le numéro d'ordre de la dent, à compter de la deuxième, toujours plus grand aux molaires supérieures qu'aux inférieures. La première et la dernière sont impaires, les intermédiaires sont disposées par paires aux molaires inférieures, mais alternent sur les faces latérales aux supérieures. Toutes droites ou divergentes aux molaires supérieures, elles sont régulièrement infléchies en arrière aux inférieures. Enfin les racines des dents supérieures sont fréquemment creusées de sillons profonds sur la face latérale.

» Le remplissage de la cavité infracollinaire est réalisé, en premier lieu et pour la plus grande partie, par la formation continue du tissu de l'ivoire à la surface de la partie basilaire du bulbe, qui se rétracte proportionnellement; en second lieu, par le prolongement du lobe compris entre la base excavée de deux collines consécutives et qu'on peut appeler *lobe intercollinaire*. Ce second mode de remplissage peut, en quelque sorte, se lire sur la surface d'usure, lorsqu'elle atteint le collet de la racine; la section des lamelles d'émail se détache sur un fond d'ivoire, et ces lamelles ne circonscrivent plus l'ivoire, mais bien le cément; le biseau du coin de cément qui sépare deux collines descend donc jusqu'à la base des racines principales. L'activité persistante de la membrane préformatrice de l'émail, au sommet de l'angle occupé par le biseau du coin de cément, se manifeste, dans l'intérieur de la cavité infracollinaire, par un bourgeonnement sous forme de petits mamelons ou de pointes aiguës, sur le bord libre du lobe intercollinaire. C'est à des phénomènes du même ordre qu'il faut attribuer les prolongements digitiformes, si remarquables, à un état antérieur, sur le lobe compris entre la deuxième et la troisième colline. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets optiques de neiges lamellaires flottant horizontalement.* Note de M. **W. de Fonvielle.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« C'est à l'aide de ces lamelles que Bravais a expliqué la formation des colonnes de lumière qui accompagnent quelquefois le déclin du Soleil.

» Le 1er avril courant, j'ai vu, vers $5^h 30^m$ du soir, une colonne de lumière émanant du Soleil et ne pouvant s'expliquer en effet que par réflexion sur un nuage de lamelles horizontales faisant miroir.

» Mais Bravais pense que ces lamelles horizontales sont jointes deux à deux normalement par un prisme à six pans réguliers, dont les dimensions sont bien moindres. L'observation du 1er avril paraît prouver que la forme de la neige était beaucoup plus simple que le célèbre auteur de la théorie des halos ne le croit nécessaire.

» En effet, ni moi ni les personnes auxquelles j'ai montré ce beau phénomène, nous n'avons vu de trace du petit halo formé par les dièdres de 60 degrés verticaux, tandis qu'on voyait un fragment du grand halo produit par les dièdres de 90 degrés. Les couleurs de cet arc étaient magnifiques, et l'arc était accompagné d'un périhélie éblouissant. Ces détails montrent combien le phénomène, quoique partiel, était intense.

» Une observation que j'ai faite le 5 décembre 1875 prouve directement que la neige lamellaire n'a pas besoin d'être associée à un cristal prismatique pour se maintenir horizontale, non-seulement en flottant, mais même en descendant dans l'air, c'est-à-dire pour donner naissance aux colonnes de lumière. La neige du 5 décembre était d'une délicatesse extraordinaire. Elle était formée d'une combinaison d'hexagones et de pennes régulièrement orientées suivant les directions de l'hexagone étoilé. Elle descendait si lentement, qu'il était facile de s'assurer qu'elle conservait une horizontalité parfaite en s'approchant de la surface de la terre. On n'y voyait pas la moindre trace de prismes. La neige du 1er avril devait avoir une disposition analogue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la catastrophe du Grand-Sable (district de Salazie), île de la Réunion.* Deuxième Note de M. **Vinson**, présentée par M. Morin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une première Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur la catastrophe du Grand-Sable, à l'île de la Réunion, arrivée dans

la journée du 26 novembre 1875, je terminais le récit de ce lugubre événement dans les termes suivants :

« Un dernier fait qui mérite d'être pris en considération, c'est que le volcan de l'île de la Réunion, en éruption pour ainsi dire permanente autrefois, est silencieux depuis de longues années. Privée de cet exutoire, l'île de la Réunion peut être l'objet d'un travail de feu souterrain dont le mouvement, produit ailleurs, peut offrir une explication naturelle à la catastrophe du Grand-Sable. »

» La prophétie scientifique que je signalais d'une façon aussi claire et aussi précise ne tarda pas à s'accomplir. Dans la soirée du 11 décembre 1875, une éruption volcanique se faisait en son lieu ordinaire et sortait du piton de la Fournaise, éclairant toutes les localités environnantes.

» Les habitants du quartier Saint-Philippe, voisins de la bouche ignivome, comprirent alors pourquoi, à l'heure de la catastrophe du Grand-Sable, eux aussi avaient éprouvé une commotion simultanée.

» Cette éruption du volcan de l'île de la Réunion, consécutive à la catastrophe du Grand-Sable, dura trois jours et trois nuits, et fut surtout dans son plus grand éclat dans la soirée du 11 décembre 1875, c'est-à-dire seize jours après le terrible événement dont nous avons parlé.

» En même temps que ces faits se passaient au piton de la Fournaise, qu'observait-on sur le lieu de la catastrophe du Grand-Sable ?

» Les amoncellements de ce plateau se modifiaient, le centre se déprimait. Des eaux boueuses sortaient de la base du Gros-Morne non détruit, mais dont une arête seule s'était détachée le 26 novembre. Ces eaux grisâtres s'accumulaient à la façon d'un grand lac sur le terrain de la catastrophe et en amont du torrent des Fleurs-Jaunes; puis, par un rebord déchiré et éboulé, cette eau boueuse, puante et grisâtre, excessivement épaisse, se jetait dans le lit même de la rivière des Fleurs-Jaunes et courait se répandre dans la rivière du Mât, dont elle troublait complétement les eaux à son point de jonction avec la première.

» Le quartier Saint-André, qui reçoit ses eaux de dérivation de la rivière du Mât, dut y renoncer et les rendre à leurs cours naturel. Les animaux refusaient de les boire ; les anguilles et les poissons contenus dans son sein périrent tous rejetés sur ses bords. On les recueillait par paniers, mais personne ne voulut s'en nourrir.

» Là ne s'arrêtèrent point les phénomènes observés dans la physique de l'île depuis la catastrophe du Grand-Sable. Un fait plus significatif vint s'ajouter à ceux que nous venons d'énumérer.

» Le 3 février 1876, à $10^h 10^m$ du matin, un tremblement de terre précédé de détonation au Grand-Sable s'est fait sentir dans toute la circon-

scription de Salazie, particulièrement à Saint-Martin-de-Salazie et au village du Petit-Sable. Le roulement et l'oscillation sont venus se perdre au Chaudron, en suivant le lit de la rivière des Pluies, c'est-à-dire le trajet le plus direct du centre au rivage.

» Entre la source thermale de Salazie et le village, un employé supérieur des eaux et forêts, en tournée, a constaté, avec les gardes qui l'accompagnaient, la production du phénomène avec détonation.

» Sur une habitation de la rivière des Pluies, celle de M. Gilot, ce tremblement de terre est ressenti par le directeur du Crédit foncier et les divers membres de sa famille, à $10^h 10^m$ du matin.

» Plus bas, une bande d'Indiens, prise de terreur et de panique, veut quitter le travail.

» Ainsi, à partir du désastre du Grand-Sable, les forces souterraines qui l'ont produit, encore en émoi, continuent à se manifester sous diverses formes dont nous n'avons énuméré ici que les principales.

» Elles se manifestent donc d'une manière successive et irrécusable :

» 1° Par une éruption volcanique ; 2° par une irruption d'eau boueuse sortant des pieds du Gros-Morne; 3° par un tremblement de terre qui, parti de ce centre, descend vers le point le plus direct du littoral, où il est constaté par des personnes placées en divers points sur son trajet.

» Ces faits subséquents, rapprochés de ceux qui ont accompagné la catastrophe du Grand-Sable, ont, avec les premiers, une telle connexité qu'on ne saurait les en séparer, et les uns et les autres ne sauraient être envisagés autrement que comme des phénomènes volcaniques.

» Bien que, géologiquement, la chose soit possible et qu'on ait vu, comme pour le Vésuve, le réveil des volcans dans leurs cratères éteints ou dans les lieux où ils avaient passé, la catastrophe du Grand-Sable n'implique point, de la part des forces souterraines, une tentative pour la formation d'un nouveau cratère ; mais tout concourt à nous présenter, dans cette convulsion géologique si désastreuse, le fait d'un tremblement de terre partiel et terrible.

» L'éboulement d'une arête du Gros-Morne n'a été que la conséquence de ce fait.

» Des personnes éclairées et très-compétentes osent même affirmer que pas *un débris* du pan du Gros-Morne n'est arrivé sur le plateau si prodigieusement exhaussé du Grand-Sable ; que tout a été vomi par les entrailles de la terre, réalisant au lendemain cette expression du seul témoin à M. le Gouverneur : *Monsieur, c'était comme une marmite qui bout!*

» La catastrophe du Grand-Sable a donc été l'effet terrible et instantané du travail du feu souterrain, qui préparait l'éruption normale qui l'a suivie.

» Cette action des forces souterraines a été effectivement accompagnée de tous les phénomènes propres aux tremblements de terre de grande intensité : détonation, éboulement, commotion, trépidation, effondrement, soulèvement (1), éboulements, projection de pierres (2) et de poussière volcanique.

» Puis sont venus les phénomènes subséquents qui font l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la connaissance et au jugement de l'Académie. Leur exposé est, de plus, un complément inséparable de notre premier récit. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éboulement du Grand-Sable à Salazie (île de la Réunion)*. Extrait d'une Lettre de M. CASSIEN, médecin en chef de l'hôpital de Salazie, communiquée par M. Ch. Sainte-Claire Deville (3).

« 1er mars 1876.

» Je me suis rendu à la hâte sur les lieux, pensant pouvoir porter secours à quelques habitants plus ou moins grièvement blessés; mais la nature ne m'avait rien laissé à faire. Tous ceux dont les maisons étaient situées sur le passage de l'éboulement avaient été ensevelis sans possibilité de secours.

» Dès mon arrivée sur les lieux, je me rendis parfaitement compte de la manière dont les choses s'étaient passées, et, dès le lendemain, j'adressai au médecin en chef un rapport dans lequel j'annonçais que le cataclysme était dû à un simple éboulement, et que je n'avais constaté aucun phénomène indiquant le réveil de l'action volcanique dans cette localité. Je n'ai, en effet, constaté nulle part une élévation de température du sol, nulle vapeur acide ou sulfureuse, nul bruit souterrain. La surface de l'éboulis ne me présenta que des roches d'ancienne formation.

---

(1) On trouve des fragments de pierres portant, quoique anciennes, des traces de contacts récents avec l'action volcanique; d'autres des traces de métaux refroidis après sublimation : des pyrites de cuivre notamment y adhèrent sous forme de gouttelettes microscopiques. Ces pierres, portées à la surface, ont été arrachées violemment des profondeurs du sol.

(2) Outre de semblables pierres, on trouve au Camp-de-Pierrot des roches *chargées de mousse et de limons récents*, qui, du fond du lit de la rivière des Fleurs-Jaunes, c'est-à-dire d'une profondeur de 70 mètres, ont été lancées à 2 kilomètres, horizontalement non, mais de *bas en haut*, pour sortir du gouffre.

Bien des faits ici se rapprochent du tremblement de terre de la petite ville de Polistina en 1783, et d'autres tremblements de terre éprouvés dans l'Amérique. La similitude est telle, qu'une catastrophe semble avoir été copiée dans tous ses détails sur la plus récente.

(3) Cette lettre est adressée à M. Vélain.

» Les habitants qui ont survécu, et, parmi eux, ceux qui habitaient les deux cases représentées dans mon croquis n° 4, et qui ont glissé avec le terrain sur un parcours de 150 mètres environ, tous ces habitants, dis-je, me déclarèrent avec unanimité que le cataclysme s'était fait instantanément, qu'il n'avait été précédé d'aucun bruit souterrain, d'aucune commotion, d'aucune trépidation du sol. Quelques secondes à peine avaient suffi pour produire cet affreux événement.

» Un créole qui habitait la plaine des Merles, et dont la maison, après l'événement, s'est trouvée à quelque mètres seulement de l'éboulis, m'a raconté qu'au moment de la catastrophe il fumait sa pipe dans sa maison, appuyé contre la porte, pendant que sa femme et ses enfants achevaient leur repas. Il entendit tout à coup un immense fracas et ressentit une grande secousse. Il se redressa de suite et sortit pour se rendre compte de ce qui était arrivé : « Je dominais le plateau du Grand-Sable, nous dit-il, et cependant je ne vis presque » rien : un immense nuage de poussière couvrait l'emplacement du village. Je vis quelques » grosses roches sauter les unes sur les autres, mais cela dura à peine le temps de se regar» der, et avant que j'eusse pu me rendre compte de ce qui se passait, tout était fini. » Je vous cite textuellement ses paroles.

» Je parcourus les lieux en tous sens, malgré les éboulements qui se produisaient encore, et je pus, dès cette première visite et malgré les nuages qui couvraient le sommet de la montagne (dessin n° 4), apprécier le mécanisme de l'éboulement. Il y avait et il y a encore une vallée ou plutôt une dépression peu profonde entre la base de la montagne et le plateau du Grand-Sable recouvert par l'èboulement, et c'est l'existence de cette dépression qui a fait croire à une action volcanique. Les partisans de cette opinion ne tiennent pas compte de la hauteur d'où se sont détachées les roches qui sont venues recouvrir le Grand-Sable. J'évaluai cette hauteur à 1000 mètres au-dessus du plateau, et les mesures faites postérieurement par M. Déramond indiquent 1200 mètres. Parties de cette hauteur, les masses basaltiques, dont plusieurs mesurent plusieurs millions de mètres cubes, ne doivent pas s'arrêter au pied de la montagne, elles doivent franchir une certaine distance et même remonter contre une pente opposée. Elles ont donc parfaitement pu franchir la dépression que je vous ai signalée et venir recouvrir le plateau du Grand-Sable, peu distant du pied de la montagne.

» Les terrains bouleversés n'ont pas tous été recouverts par les roches tombées du Gros-Morne. Il y a deux surfaces parfaitement distinctes, que j'ai indiquées dans la petite carte que je joins à ma lettre, et qui, avec les dessins, vous donnera, je crois, une idée exacte des lieux. La partie teintée en rouge indique les terrains couverts par l'éboulis du Gros-Morne, et la partie teintée en jaune indique ceux qui ont été couverts par la désagrégation du piton du Grand-Sable.

» Ce piton du Grand-Sable avait, avant l'événement, une hauteur de 150 mètres environ, peut-être même 200 mètres. Il forme actuellement une butte qui n'a pas plus de 40 mètres dans sa partie la plus élevée. Qu'est-il arrivé ? Les masses basaltiques détachées du Gros-Morne sont venues frapper ce piton isolé, qui, sous ce choc formidable, s'est désagrégé, s'est disloqué et a couvert de ses débris toute la partie qui le séparait du Camp-de-Pierrot en comblant le lit du bras des Fleurs-Jaunes.

» Mon dessin n° 5 a été pris d'un monticule situé en dehors des terrains bouleversés; je l'ai fait avec le plus grand soin, m'appliquant surtout à indiquer avec exactitude le relief des montagnes.

» Quelle est la cause de l'éboulement? Dès le premier jour je l'attribuai, comme vous, à l'action des eaux, et particulièrement à l'affaissement de profondes excavations produites par l'action dissolvante de l'eau de la fontaine pétrifiante, qui se trouvait précisément au pied du Gros-Morne, au centre de l'éboulis. L'eau de cette source abondante était fortement chargée de carbonate de chaux, et elle avait formé un énorme massif de tuf ou travertin contre les flancs de la montagne.

» La source thermale de Salazie n'a pas varié de température sous l'influence de l'éboulement du Grand-Sable. Comme par le passé, cette température est de 32°,8 à 32°,9. Il en est de même pour la source Cilaos. Si l'action volcanique s'était réveillée du côté de l'ancien cratère, il me semble qu'il y aurait eu du changement soit dans le volume, soit dans la température de ces sources, qui sortent du massif des Salazes.

» Je suis allé six fois au Grand-Sable, et je n'ai jamais constaté le plus léger signe d'éruption volcanique. Lors de ma seconde excursion, nous avons été témoins d'un ébranlement considérable. Comme presque toujours, le sommet de l'éboulis était dans les nuages, et nous avons entendu une forte détonation accompagnant la chute d'énormes blocs de pierre qui se sont arrêtés dans une anfractuosité située à mi-hauteur de l'éboulement. De cet endroit s'est élevé un épais nuage de poussière, qui a persisté pendant plus d'une heure.

» Ce sont des phénomènes semblables que le curé de la Grande-Ilette et les habitants de cette localité ont pris pour des bruits souterrains et des jets de vapeur et de fumée.

» Vous me parlez du Rapport du Dr Vinson à l'Académie. Ce Rapport est rempli d'inexactitudes d'un bout à l'autre. Du reste, M. Vinson l'a écrit sans même s'être donné la peine d'aller sur les lieux.

» 1° Le Camp-de-Pierrot a été couvert de terre végétale et non de pouzzolane;

» 2° La catastrophe n'a été précédée d'aucun tremblement de terre : les habitants, comme je vous l'ai dit, ont tous été unanimes à le déclarer.

» Avant de terminer ma lettre, je veux vous parler d'un fait qui s'est passé en 1857. Au Trou-Blanc, c'est-à-dire dans le voisinage de l'éboulement du Grand-Sable, mais sur le versant opposé du piton Carré, eut lieu une véritable inondation de boue assez épaisse, qui se fit jour par une crevasse située au pied de la montagne.

» M. Cremazy, dès le lendemain de la catastrophe du Grand-Sable, nous dit que, à votre passage à Salazie, vous aviez prédit ce qui est arrivé. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville, à l'appui de cette Communication, met sous les yeux de l'Académie la carte et les dessins adressés par M. le Dr Cassien, et ajoute qu'il est plus que jamais convaincu que rien, absolument rien, dans cet événement, ne rappelle, de près ni de loin, un phénomène volcanique.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la catastrophe du puits Jabin* (4 *février* 1876). Note de M. A. Riembault, présentée par M. Cl. Bernard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et de Chirurgie.)

« Des faits certains démontrent que la poussière de charbon, fine, impalpable, suspendue et incorporée dans l'air, comme il arrive dans les houillères sèches, est explosible.

» Le 4 février, il est probable que du grisou en petite quantité (car un ventilateur puissant lance, dans les travaux du puits Jabin, 20 mètres cubes d'air par seconde et détermine un courant qui entraîne les gaz au fur et à mesure qu'ils se produisent et n'en permet pas l'accumulation), il est probable, dis-je, que du grisou en petite quantité a été enflammé sur un point, ce qui a mis le feu aux poudres charbonneuses. Celles-ci, sous l'influence d'une température élevée, dégagent les gaz qu'elles contiennent, lesquels gaz font explosion au contact d'une flamme; de là, orage, tourbillons, soulèvement des poussières des galeries et entretien par là même du fléau qui s'alimente en marchant et ravage tous les travaux. Après la catastrophe, on a trouvé dans toutes les galeries poudreuses du puits Jabin des croûtes de coke adhérentes au bois, aux parois, sur le sol; elles manquent dans les galeries au rocher; elles reparaissent là où il y a du charbon. Ce coke est bien évidemment le résultat d'une combustion de houille; on ne peut donc pas révoquer en doute l'inflammation des poussières. D'autre part, on sait que le charbon du puits Jabin donne à une distillation complète 20 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes. Les croûtes de coke, produites par une combustion imparfaite, contenaient encore 15 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes. Donc une tonne de poussière soulevée et enflammée a donné 50 mètres cubes de gaz, c'est-à-dire un mélange explosible de 500 mètres cubes environ. Ces chiffres sont significatifs. En résumé, le coup de grisou a enflammé la poussière de charbon qui a causé tout le mal ou à peu près.

» Le 4 février, 211 ouvriers étaient dans les travaux du puits Jabin. 186 ont péri sur place, 25 en ont été retirés vivants; ceux-ci étaient tous atteints d'intoxication par les gaz délétères, presque tous de brûlures, quelques-uns de contusions, de fractures. 3 sont morts; les autres sont guéris ou en voie de guérison. Les morts qui sont restés dans la mine ont pér asphyxiés ou empoisonnés par l'oxyde de carbone. Fait : en décembre 1871 ,

dans le même puits Jabin, eut lieu une catastrophe analogue à celle du 4 février. 25 mineurs se trouvaient dans des travaux qui ne furent pas atteints; résolus à sortir, ils vinrent à la recette du puits du Gagne-Petit par où sortaient les gaz, le mauvais air; on les trouva tous assis à terre, le dos appuyé au mur : ils étaient morts, et leurs lampes brûlaient entre leurs jambes à un niveau plus bas que leurs têtes. Il ne pouvait donc être question d'asphyxie! Je ne vois que l'oxyde de carbone capable de pareils effets.

» Est-ce que, dans les coups de grisou, les ouvriers peuvent *avaler le feu?* Oui. J'ai fait, il y a une dizaine d'années, une autopsie dont j'ai publié la relation : la muqueuse des bronches était brûlée. J'ai, en outre, cité plusieurs cas qui paraissent concluants, bien qu'ils n'aient pas été éclairés par l'examen nécroscopique. Dans le courant du mois de février dernier, j'ai pu autopsier un ouvrier mineur et 15 chevaux brûlés, le 4, dans la mine : résultats négatifs quant aux brûlures internes. Cela n'est pas surprenant; pour qu'il en eût été autrement, il eût fallu qu'hommes et animaux eussent été plongés dans l'atmosphère explosible au moment où elle a été enflammée. Or la plupart ont été frappés dans des galeries où l'air était bon, où il n'y avait pas de grisou et qui ont été traversés par l'orage.

» D'après l'explication que j'ai proposée, l'air contenu dans les poumons de l'ouvrier, faisant partie de l'atmosphère explosible, s'enflamme comme elle et par continuité. Les autopsies des victimes du 4 février ont du moins apporté un argument décisif en faveur de l'introduction directe des poudres de charbon dans les poumons. La trachée et les bronches, surtout chez les chevaux, qui séjournent constamment dans les mines, en étaient remplies.

» *Conclusion.* — Les accidents de mines font quelques victimes; mais la poussière de charbon est autrement redoutable. J'ai démontré, pièces en mains, que dans les houillères sèches la poussière de charbon très-ténue, impalpable, incorporée à l'air des galeries, pénètre dans les poumons des ouvriers, s'y accumule et finit par les encombrer. Au bout de six ans de séjour consécutif dans les mines, la couleur des poumons d'un mineur est déjà altérée; au bout de douze, elle est bleuâtre; au bout de seize, elle est uniformément noire; au bout de vingt, elle est celle du charbon lui-même, et les désordres fonctionnels apparaissent : le catarrhe et l'emphysème se déclarent, la santé est perdue, et la mort n'est pas loin.

» C'est par milliers qu'il faut compter chaque année les victimes de l'encombrement charbonneux. Il ne décime pas les ouvriers, il les tue tous sans exception, au bout d'un petit nombre d'années.

» Le moment est venu de proclamer cette vérité; car, ainsi que je l'ai dit ailleurs, le remède est trouvé : un filet d'eau, moyen simple, peu coûteux, qui préviendra les explosions pareilles à celle du 4 février, et qui surtout préservera les ouvriers contre l'encombrement charbonneux. »

VITICULTURE. — *Sur l'éclosion de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne.* Lettre de M. **Balbiani** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Paris, le 9 avril 1875.

» J'ai l'honneur de vous annoncer qu'en inspectant ce matin à la loupe une certaine quantité d'œufs d'hiver, que j'avais recueillis quelques jours auparavant (il y en avait une vingtaine sur un même morceau de sarment long de 19 centimètres), mon attention fut immédiatement attirée par un point jaune qui se trouvait parmi ces œufs. C'était un jeune Phylloxera parfaitement éclos! L'éclosion devait être récente; car, la veille au soir, tous les œufs étaient encore bien intacts, et le jeune individu portait encore à son extrémité postérieure l'enveloppe de l'œuf, sous forme d'une membrane chiffonnée et noirâtre.

» Pendant près de deux heures, il garda une immobilité absolue, mais tous ses appendices, pattes et antennes, étaient entièrement déployés et bien visibles. Au bout de ce temps, il se mit en mouvement et prit bientôt une allure fort vive, à la surface de la lamelle d'écorce qui le portait.

» Par l'inspection microscopique, je pus me convaincre que le produit de l'œuf d'hiver, qui, selon toutes les analogies, représente la mère fondatrice des colonies souterraines, constitue réellement une quatrième forme spécifique du Phylloxera de la vigne; car il présente des caractères qui l'éloignent de toutes les autres formes connues jusqu'ici. On peut le définir en disant qu'il tient le milieu entre la femelle dioïque, ou qui ne se reproduit qu'à la suite d'un accouplement, et la femelle parthénogénique, dont la multiplication se fait sans le concours du mâle (1).

» Il leur est d'abord intermédiaire par la taille, qui est de $0^{mm},42$ de long sur $0^{mm},16$ de large (2). Au sexué femelle, il ressemble par sa forme

(1) Il est bien entendu que je n'ai en vue, dans cette comparaison, que l'état jeune des trois formes du Phylloxera dont il est parlé ci-dessus, ne connaissant pas encore les changements que les progrès de l'âge pourront amener dans le produit de l'œuf d'hiver.

(2) Les dimensions du sexué femelle, au moment de l'éclosion, sont de $0^{mm},52$ de long

allongée, ses antennes longues et déliées, à article terminal fusiforme et atténué à sa base, tandis que, chez le jeune aptère des racines, cet article est court et massif, à pointe coupée extérieurement en biseau. Par contre, il se rapproche de ce dernier par la présence d'un rostre bien développé, dont la pointe s'avance jusque vers le milieu de l'abdomen, ainsi que par l'état rudimentaire de son appareil de reproduction, où l'on n'observe rien qui ressemble à l'œuf volumineux que renferme déjà le sexué femelle au moment de l'éclosion.

» En un mot, le Phylloxera sorti de l'œuf d'hiver et qui recommence le cycle de reproduction participe à la fois des caractères de la forme maternelle dont il est issu par génération binaire, et de ceux de la longue lignée de descendants qu'il produira lui-même par génération solitaire ou parthénogénésie.

» L'individu qui m'a servi pour la description précédente étant le seul de sa génération que j'aie encore obtenu jusqu'ici, je ne puis rien dire, en ce moment, des mœurs de ces Phylloxeras printaniers; mais, parmi les œufs qui se trouvaient sur le même fragment de cep, il en est plusieurs qui renferment un embryon bien développé, ainsi qu'on peut le reconnaître aux deux points oculaires rouges, visibles à travers les téguments de l'œuf. Si je suis assez heureux pour être témoin de leur sortie, ils pourront me servir pour quelques expériences, en les transportant sur des plants de vigne enracinés dans des pots, tenus prêts à cet effet. Mais c'est surtout en pleine campagne qu'il y aurait de l'intérêt pour la pratique à étudier les mœurs de ces insectes, ainsi que j'y ai invité les viticulteurs dans une Note publiée dans le *Compte rendu* du 20 mars et dans le *Journal officiel* du 22. »

MM. Michaux, E. Jaulin, Barre adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Winnerl soumet au jugement de l'Académie la description d'un « système de balancier compensateur, applicable aux montres marines et à toute montre de précision ».

L'expérience a montré que le système compensateur généralement employé, et composé essentiellement de lames bimétalliques de forme circu-

---

sur $0^{mm},20$ de large, et celles de la femelle parthénogénique des racines de $0^{mm},36$ sur $0^{mm},18$ au même âge.

laire, ne donne pas une compensation rigoureuse des effets de la température. Les pièces additionnelles qui ont été employées ne peuvent réaliser le problème que par hasard, et au prix d'un travail exagéré. L'auteur s'est proposé de produire la compensation à l'aide d'un balancier d'une exécution simple, et facile à régler sans qu'il soit nécessaire de l'enlever.

Le système adopté par lui consiste essentiellement :

1° Dans l'emploi exclusif de lames bimétalliques planes;

2° Dans l'adaptation à ces lames de vis inclinées sur l'horizontale, d'un angle d'environ 45 degrés, portant les masses compensatrices, qui sont de simples écrous;

3° Dans le réglage aux températures par de petites modifications dans l'inclinaison de ces vis, et par le déplacement des écrous sur leur longueur.

(Commissaires : MM. Fizeau, Phillips, Bréguet.)

M. **Piarron de Mondésir** soumet au jugement de l'Académie une Note sur la composition de l'air atmosphérique.

Suivant l'auteur, les propriétés acquises par l'azote et par l'oxygène, dans le mélange qui constitue l'air, doivent être attribuées à des rotations des molécules, accompagnées d'une modification dans le volume de la masse gazeuse.

(Commissaires : MM. Boussingault, Berthelot.)

M. **Varangot** adresse à l'Académie des échantillons d'eau de mer, destinés à expliquer le phénomène connu sous le nom de « mer de lait ».

Suivant l'auteur, l'aspect laiteux serait dû à la présence de fougères marines, dont la décomposition serait produite par le mélange de l'eau de mer avec des eaux douces provenant, soit des fleuves voisins, soit des pluies si abondantes sous les tropiques.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Ch. Robin, Blanchard.)

M. **du Moncel** est adjoint à la Commission nommée pour l'examen des Mémoires adressés par M. *Neyreneuf*. En conséquence, cette Commission se composera de MM. Dumas, Jamin, du Moncel.

CORRESPONDANCE.

M. A. Gubler prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Andral*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Anatomie et la Physiologie de l'abeille »; par M. *M. Girdwoyn;*

2° « Le Musée entomologique illustré; tome Ier : les Coléoptères »; par une réunion d'entomologistes;

3° « Les travaux publics de la France; 1re livraison »; Ouvrage publié sous les auspices du Ministère des Travaux publics et sous la direction de M. *L. Reynaud;*

4° Des « Instructions pour la culture de la truffe »; par M. *J. Valserres*.

MAGNÉTISME. — *Sur la théorie du contact d'épreuve.* Note de M. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« M. Jamin représente les *tensions* magnétiques y aux divers points de barres aimantées saturées, par une formule qui, dans le cas de barres cylindriques de longueur infinie, se réduit à

$$(1) \qquad y = \frac{AB}{2}\sqrt{r}\, e^{-\frac{B}{\sqrt{r}}x}.$$

r est le rayon de la barre, A et B sont deux constantes.

» D'autre part, les expériences de Coulomb ont conduit Biot à représenter les quantités de magnétisme z, que les mêmes barres possèdent, par la formule

$$(2) \qquad z = \frac{A'B'}{2} e^{-\frac{B}{r}x},$$

qui ne peut être identifiée avec la formule (1) pour des valeurs quelconques de r.

» La différence des méthodes de mesure, fondées d'une part sur l'action au contact, d'autre part sur la détermination des moments magnétiques,

ne suffit pas à rendre compte de la divergence des deux formules. Le but de cette Note est de l'expliquer par des raisons théoriques.

» Je me servirai de l'analogie qui est la base de la théorie présentée aujourd'hui par M. Jamin, et je l'appliquerai aux quantités de magnétisme. Quand l'équilibre s'établit entre une barre aimantée et un contact de fer doux qui la touche en un de ses points, les quantités de magnétisme aux divers points du système seront distribuées comme le seraient les températures sur un système identique de deux barres de conductibilité différente. Préoccupons-nous seulement de la quantité de chaleur qui traverserait, dans cette hypothèse, la surface de contact. Celle-ci représente la quantité de magnétisme dissimulée de part et d'autre de la surface d'adhérence, pour reparaître sur la surface extérieure du fer doux. La tension magnétique, égale par définition à la racine carrée de la force d'arrachement, est mesurée par cette quantité de magnétisme, ou par ce flux de chaleur.

» Considérons, dans la barre et dans le fer doux réduit à un simple fil perpendiculaire à la surface de l'aimant, deux surfaces isothermes (isomagnétiques) infiniment voisines, séparées par la surface de contact. Soient σ l'étendue de cette surface, c et c' les quantités qui, dans la barre et dans le fil, jouent le rôle des coefficients de conductibilité. La surface σ reçoit de la barre une quantité de chaleur $-c\sigma\frac{du}{dx}$, en désignant par dx la distance normale à la surface isotherme considérée; elle rayonne de même vers la première surface isotherme de contact $-c'\sigma\frac{du'}{dx'}$, et il faut pour l'équilibre que l'on ait

$$(3) \qquad c\frac{du}{dx} = c'\frac{du'}{dx'};$$

et, comme la quantité de chaleur prise par le contact est négligeable, on a aussi

$$(4) \qquad u = u' = z.$$

» La quantité $-c\frac{du}{dx}$ mesure la tension au point considéré. Rien n'autorise *a priori* à la confondre avec la quantité z.

» La distinction des quantités de magnétisme et des tensions est donc parfaitement établie. Ce sont des grandeurs d'ordre différent; mais il pourra paraître utile de déduire la formule (1) des tensions de la formule (2) des quantités sans chercher à résoudre complétement le problème théorique d'où dépend la solution.

» Je me bornerai à présenter, à cet égard, les observations suivantes :

» 1° La quantité c, qui joue le rôle du coefficient de conductibilité des quantités dans une barre cylindrique de diamètre a, est proportionnelle à ce diamètre. Pour s'en convaincre, il suffit d'identifier la formule (2) à celle qui se rapporte à la conductibilité de la chaleur dans une barre de même section.

» 2° Bien que l'on ait $u = z$, on n'a certainement pas $\frac{du}{dx} = \frac{dz}{dx}$. La quantité $\frac{dz}{dx}$ est proportionnelle au rayonnement qui s'établit entre deux plans parallèles, infiniment voisins, c'est-à-dire est relative à la propagation s'effectuant dans un sens seulement, de telle sorte qu'une molécule n'a proprement à fournir qu'à une seule molécule. Le coefficient $\frac{du}{dx}$ au voisinage immédiat du contact correspond au contraire à une propagation s'effectuant dans tous les sens; une surface isotherme fournit à une surface d'étendue moindre, et ainsi de suite, jusqu'à zéro. En dehors de tout calcul rigoureux, il semble naturel d'admettre que, si la quantité de chaleur fournie dans le cas de la propagation à une dimension est représentée par une certaine fonction d'un seul paramètre, la quantité fournie dans le cas de la propagation dans tous les sens, à partir d'un point de la surface, est égale à la même fonction de la racine carrée de ce paramètre. On a, d'après (2),

$$(4) \qquad -\frac{dz}{dx} = \frac{A'B'^2}{2r} e^{-\frac{B'}{r}x}.$$

On aurait donc, en désignant par p une constante convenable,

$$(5) \qquad -\frac{du}{dx} = \frac{pA'B'^2}{2\sqrt{r}} e^{-\frac{B'}{\sqrt{r}}x};$$

enfin la tension y serait

$$(1\ ter) \qquad y = -c\frac{du}{dx} = m\sqrt{r}A'B'^2 e^{-\frac{B'}{\sqrt{r}}x}.$$

Cette dernière formule est identique à la formule (1) en posant

$$(6) \qquad \begin{cases} mA'B' = A, \\ B' = B. \end{cases}$$

» La théorie du contact d'épreuve, telle que nous venons de l'exposer, indique les limites dans lesquelles la méthode employée pour la mesure des tensions est applicable. Les dimensions transversales du contact doivent être assez

petites par rapport à la section de la barre que l'on étudie pour que la quantité de magnétisme qu'il enlève soit négligeable. Les tensions mesurées seront indépendantes de la forme de la section du contact, mais dépendront essentiellement de sa nature. On ne pourra comparer les tensions observées avec le même contact sur deux corps différents, comme le fer et l'acier, qu'à la condition de multiplier l'une d'elles par un coefficient convenable, ainsi que M. Jamin l'a fait observer le premier.

» La considération des tensions se présente beaucoup plus simplement que celle des quantités de magnétisme quand on étudie les actions au contact. Il y a donc lieu de conserver dans la Science les deux expressions et de poursuivre par des méthodes différentes l'étude des lois qui régissent les deux ordres de phénomènes.

» Je saisis l'occasion qui m'est offerte de remercier M. Jamin de la bienveillante hospitalité que j'ai trouvée dans son laboratoire, et des conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Note sur les anneaux colorés produits par pression dans le gypse, et sur leurs connexions avec les coefficients d'élasticité.* Note de M. **Ed. Jannettaz**, présentée par M. Tresca.

« Dans mes Notes précédentes, insérées aux *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 940, 1082, 1511, j'ai déjà montré comment on produit ces anneaux colorés dans une lame de gypse. Il suffit d'y percer un trou, de presser légèrement avant d'avoir achevé cette opération, sur la partie qui n'est pas encore perforée; on arrive ainsi à l'éloigner de celle qui la surmonte, et cela dans une étendue plus ou moins grande autour du point sur lequel on exerce la pression, suivant l'intensité que l'on donne à cette pression. L'air qui pénètre entre les deux parties de la plaque, l'une qui demeure horizontale, et l'autre qu'on a infléchie, se colore et met en évidence les inégalités de résistance à la flexion pour les différentes directions où on l'observe autour du centre d'action.

» Je veux démontrer que ces anneaux colorés permettent de mesurer les coefficients d'élasticité. Je me contenterai aujourd'hui d'établir par l'expérience que les coefficients d'élasticité estimés parallèlement aux axes de l'ellipse sont proportionnels aux cubes des longueurs de ces axes.

» Pour chercher ce rapport, j'ai taillé de grandes lames à faces parallèles, au clivage facile, ou si l'on veut au plan de symétrie, le plan (g^1) des cristallographes modernes, dans ces belles lentilles de gypse qui pro-

viennent des carrières à plâtre des environs de Paris. Il est facile de trouver sur ces lames la trace des plans de clivage appelés, l'un *vitreux* (h^1), et l'autre *fibreux* (p), qui leur sont perpendiculaires et qui sont à environ 114 degrés l'un de l'autre.

» Comme le grand axe de l'ellipse dessinée par mes anneaux colorés est à 17 degrés du clivage vitreux, à 49 degrés du clivage fibreux sur le plan de symétrie, j'ai subdivisé ces grandes lames en lames plus petites, allongées, dont le plus long côté était, dans les unes, parallèle et, dans les autres, perpendiculaire au grand axe de l'ellipse. J'ai donné à ces lames la même largeur; elles avaient la même épaisseur exactement. J'ai encastré une de leurs extrémités dans une pince dont la branche supérieure, indépendante de l'inférieure, pouvait être exactement appliquée sur celle-ci au moyen de deux vis. Entre les deux vis j'enferme deux lames, celle dont j'essaye la flexion et une autre qui me sert de ligne de repère. Celle que je soumets à l'expérience est percée d'un trou par lequel je fais passer un fil de soie. Je fais un nœud à l'une des extrémités du fil et je relie l'autre extrémité à un système de trois fils également de soie, auquel est suspendu un léger creuset de zinc.

» Contre ce petit appareil, et sans le toucher, je place bien perpendiculairement à la plaque une autre lame de gypse bien transparent, assez épaisse pour conserver sa rigidité, sur laquelle je suis, avec une pointe bien fine, et la direction de la lame que j'ai prise comme ligne de repère, et celle de la lame infléchie, dans les différentes positions que lui donnent des poids marqués, introduits peu à peu dans le petit creuset de zinc.

» Je mesure ensuite la longueur de la lame, sa largeur, la flèche, au moyen de l'appareil dont je me suis servi pour mesurer les courbes de conductibilité thermique (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, *Pl. I*).

» J'ai calculé les coefficients d'élasticité pour les deux directions, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire au grand axe de l'ellipse des anneaux colorés, produits par pression, à l'aide des formules connues; comme il ne s'agit ici que d'un rapport, on a

$$\frac{y}{y'} = \frac{p.l^3.E'}{p'.l'^3.E}.$$

» y, p, l, E sont la *flèche*, la *charge*, la *longueur* et le *coefficient d'élasticité* correspondant au *grand axe*.

» y', p', l', E' ont la même signification relativement au petit axe.

		Lames parallèles au	Flèches.	Charges.	Longueurs.	Largeurs.	Rapports des coefficients d'élasticité.	Épaiss^{r}
			mm	gr	mm	mm		mm
1re plaque :	*a*	Grand axe .	1,00	5,82	34,61	6,2	1,92	0,277
		Petit axe...	2,90	5,82	39,70	6,2		
	b	Grand axe .	1,86	10,82	34,61	6,2	1,957	»
		Petit axe...	5,50	10,82	39,70	6,2		
2e plaque :		Grand axe .	5,6	35,86	21,00		1,874	»
		Petit axe...	1,20	25,86	24,55			
3^{e} plaque :	*a*	Grand axe .	9,0	35,87	21,90	5,5	2,09	
		Petit axe...	2,89	15,86	33,23	5,5		
	b	Grand axe .	9,0	35,87	21,90	5,5	1,817	
		Petit axe...	4,11	20,86	33,23	5,5		
4^{e} plaque :		Grand axe .	2,02	30,584	25,00		1,885	
		Petit axe...	3,77	15,584	31,20			
5e plaque :	*a*	Grand axe .	6,4	5,8	27,95	6,00	1,92	0,33
		Petit axe...	3,60	5,8	40,3	5,8		
	b	Grand axe .	1,20	10,8	27,95	6,00	1,946	»
		Petit axe...	7,10	10,8	40,30	5,8		
6e plaque :		Grand axe .	7,0	5,8	30,00		2,04	
		Petit axe...	1,16	5,8	30,20			

N. B. — Tous ces nombres sont exprimés en millimètres. Les charges seules le sont en grammes. On a tenu compte, dans le calcul, de la différence des largeurs des deux lames taillées dans la 5e plaque.

» La moyenne de ces neuf nombres est de 1,939.

» Or, si l'on élève au cube le rapport des axes des anneaux colorés obtenus par pression, on a $1,247^{3} = 1,939$.

» Cette coïncidence parfaite tient sans doute au soin que j'ai apporté à n'employer que des lames de largeur et surtout d'épaisseur identiques dans la recherche de chacun de ces rapports.

» On voit donc que les coefficients d'élasticité sont proportionnels dans le gypse aux cubes des longueurs des axes des anneaux colorés obtenus par pression, et par suite, comme je l'ai montré dans mes études précédentes, aux cubes des axes des ellipses qui mesurent les distances auxquelles une même source de chaleur communique une égale température dans les différentes directions. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des machines magnéto-électriques de M. Gramme, pour l'éclairage des grandes salles des chemins de fer.* Note de M. A. **Sartiaux**, présentée par M. Tresca.

« Dans une récente Communication à l'Académie, M. Tresca a rendu compte d'expériences qu'il avait faites pour déterminer le travail dépensé par les machines magnéto-électriques de M. Gramme, employées à produire la lumière électrique. Ses expériences ont porté sur deux machines donnant la lumière équivalente à celle de 1850 et à celle de 300 becs Carcel.

» Autorisé par la Compagnie du Nord à faire des observations du même genre avec le concours de MM. Lartigue et Rouderon, j'ai choisi des modèles donnant la lumière équivalente à celle de 50, 100 et 150 becs Carcel.

» Des expériences répétées ont été faites, tant dans la salle d'arrivée des bagages, d'une superficie de 1500 mètres carrés et d'un volume de 19000 mètres cubes environ, que dans la grande halle couverte, dont la superficie est de 11000 mètres carrés et dont la capacité atteint près de 300000 mètres cubes.

» La force motrice nécessaire au fonctionnement des machines magnéto-électriques était empruntée à des machines à gaz ou à vapeur de 2, 3 et 4 chevaux, employées isolément ou accouplées. Des mesures préalables au frein de Prony avaient donné le rapport entre le volume de gaz consommé et la force utilisée, toutes conditions égales d'ailleurs.

» Les lampes employées étaient des régulateurs du système V. Serrin, qui ont très-bien fonctionné.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	Machine magnéto-électrique du type de 50 becs Carcel.	100 becs Carcel.	150 becs Carcel.
Nombre de tours de la bobine par minute	1650	800	800
Force nécessaire pour obtenir une lumière régulière, avec des charbons de $0^{m},007$	$2^{ch},2$	$2^{ch},4$	$2^{ch},5$
Force nécessaire pour obtenir une lumière régulière, avec des charbons de $0^{m},009$	»	$2^{ch},6$	$2^{ch},7$
Usé des charbons de la lampe, y compris déchet, avec des charbons de $0^{m},007$, au pôle positif	»	$0^{m},090$	$0^{m},135$
Usé des charbons de la lampe, y compris déchet, avec des charbons de $0^{m},007$, au pôle négatif	»	$0^{m},045$	
Usé des charbons de la lampe, y compris déchet, avec des charbons de $0^{m},009$, au pôle positif	»	$0^{m},060$	$0^{m},090$
Usé des charbons de la lampe, y compris déchet, avec des charbons de $0^{m},009$, au pôle négatif	»	$0^{m},030$	
Distances auxquelles la lecture était encore facile	35^{m}	40 à 45^{m}	45 à 50^{m}

» Ainsi que l'a indiqué M. Tresca, ces résultats montrent que la force nécessaire pour produire l'unité de lumière électrique, soit 100 becs Carcel par exemple, croît très-vite à mesure que diminue la quantité totale de

lumière. C'est ainsi que M. Tresca a constaté que le travail par 100 becs n'était que de $0^{ch},415$ pour une lampe de 1850 becs, qu'il était de $0^{ch},920$ par 100 becs d'une lampe de 300 becs, tandis que le travail par 100 becs atteint, en marche normale, avec des charbons de 7 millimètres, $1^{ch},7$, $2^{ch},4$, et $4^{ch},4$ pour les machines de 150, 100 et 50 becs Carcel.

» Les expériences ont, en outre, montré que la force nécessaire pour déterminer la formation de l'arc voltaïque lumineux est supérieure de 10 pour 100 environ à celle qui entretient la marche normale. Cela tient à ce qu'au démarrage, les charbons étant en contact, il n'y a dans le circuit qu'une faible résistance au passage du courant; que, par suite, l'électricité produite se transforme en magnétisme dans l'électro-aimant et dans l'anneau tournant de la machine Gramme, et que ceux-ci agissent alors l'un sur l'autre, de façon à former une sorte de frein qui charge davantage le moteur.

» Les expériences ont fait voir, en outre, que la force dépensée par les machines magnéto-électriques varie avec la dimension des charbons des lampes; il faut un peu plus de force avec les charbons de $0^{m},009$ qu'avec ceux de $0^{m},007$. Cela tient encore à la moindre résistance offerte au passage du courant par les charbons de $0^{m},009$ et produisant les effets de frein dont il vient d'être question.

» En résumé, la force varie peu avec les types de 50, de 100 ou de 150 becs, et, par suite, les prix de revient de toute la lumière donnée par ces différentes machines sont assez voisins. Sauf des cas assez rares, on aura donc avantage à employer des machines de 100 et 150 becs.

» On a vu que l'usé des charbons de la lampe était de $0^{m},135$ ou $0^{m},090$, suivant qu'on employait des charbons de $0^{m},007$ ou de $0^{m},009$. Dès à présent, la Compagnie du Nord est assurée de payer les charbons de coke et même ceux de M. Carré, qui sont parfaitement réguliers, à raison de 1 franc le mètre courant; on peut donc fixer à $0^{fr},135$ ou $0^{fr},090$ la dépense par heure.

» Les chiffres suivants donnent des indications intéressantes sur les dépenses comparatives qu'entraînent l'éclairage électrique et l'éclairage au gaz. Prenons pour exemple la lampe dite de 150 becs, appliquée à un éclairage de dix heures consécutives de durée, comme dans les halles d'expédition ou de transbordement de nuit dans les chemins de fer.

» 150 becs Carcel exigeraient une consommation de $150 \times 0^{mc},105$ de gaz par heure, soit de $15^{m},75$, ce qui, à raison de $0^{fr},30$ par mètre cube, constitue une dépense de $5^{fr},70$.

» Avec l'éclairage électrique, 150 becs Carcel exigent une force de $2^{ch},7$, ce qui, à raison de $0^{fr},09$ par force de cheval et par heure (y compris nettoyage et graissage), donne une dépense de $0^{fr},24$; en y ajoutant $0^{fr},09$ pour les charbons de la lampe, $0^{fr},45$ pour le salaire du mécanicien, et $0^{fr},20$ pour l'intérêt et l'amortissement de la dépense d'installation, on arrive à un total de $0^{fr},98$, soit entre le *cinquième* et le *sixième* de la dépense de l'éclairage au gaz.

» Comme un bec électrique de 150 becs Carcel éclaire utilement un cercle de 45 à 50 mètres de diamètre, on voit que l'éclairage par l'électricité devient, avec une intensité supérieure, plus économique que l'éclairage au gaz, dès que l'éclairage de la *même surface* exige la présence de plus de 25 becs de gaz brûlant 105 litres à l'heure.

» Dans les expériences faites à la salle d'arrivée des bagages, on a reconnu que le service pouvait se faire avec une seule lampe, placée au centre et à une hauteur assez grande; mais en même temps on a observé que les ombres portées pouvaient être souvent une gêne sérieuse; de là la nécessité d'employer, dans beaucoup de cas, au moins deux lampes pour amoindrir les ombres de l'une par la lumière de l'autre.

» De plus, pour éviter l'éblouissement produit par la lumière directe, l'arc voltaïque a été, après plusieurs essais, enfermé dans un globe de verre blanc de $0^{m},10$ de diamètre, *dépoli* sur la demi-sphère inférieure; pour ne point laisser perdre les rayons passant à travers la demi-sphère supérieure, ces rayons étaient reçus sur un réflecteur construit par M. Luchaire, auquel on avait donné la forme d'un demi-tore parabolique, engendré par une parabole ayant pour foyer le centre de l'axe voltaïque. Avec cette disposition, ou simplement avec l'addition d'un grand réflecteur en papier blanc derrière la lampe, quand celle-ci est placée contre le mur, on est arrivé, dans les expériences faites à la gare du Nord, à produire des pénombres dont la présence est l'indice des meilleures conditions qu'on puisse demander à un éclairage de ce genre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Appareil simple pour l'analyse des mélanges gazeux au moyen de liqueurs absorbantes.* Note de M. F.-M. RAOULT.

« L'eudiomètre à absorption, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, se compose essentiellement d'une burette graduée fermée à ses deux extrémités par des robinets de verre et surmontée d'un entonnoir cylindrique.

» La plus grande partie de la burette est, à partir du robinet supérieur A, divisée en 100 parties égales ; entre la centième division et le robinet inférieur B, il reste un espace non divisé de $0^{m},03$ environ. Les dimensions de la burette peuvent varier suivant les circonstances ; mais il importe, dans tous les cas, que le tube qui fait communiquer la burette avec l'entonnoir ait un diamètre intérieur compris entre $0^{m},005$ et $0^{m},006$, et que le tube qui termine inférieurement l'appareil soit presque capillaire. Vers son milieu, le tube est enveloppé d'une poignée en liége, qui le protége contre la chaleur des doigts.

A

100

B

» Le gaz ayant été introduit dans l'appareil jusqu'au 100e degré, par les procédés ordinaires, et l'espace non gradué étant occupé par du mercure (ou même dans certains cas par de l'eau), il faut y faire pénétrer un réactif absorbant.

» Je suppose qu'on veuille absorber l'acide carbonique par une solution de potasse. Les robinets A et B étant fermés et l'instrument étant vertical, on verse de la potasse dans l'entonnoir; on fait sortir du mercure par le robinet B, ce qui raréfie le gaz intérieur; on ouvre A et la solution de potasse pénètre dans le tube. On ferme les robinets, on bouche l'entonnoir, on secoue vivement; l'acide carbonique est absorbé.

» Il faut maintenant laver l'intérieur du tube. Pour cela, on le place verticalement au-dessus d'une cuvette, on verse de l'eau dans l'entonnoir et l'on ouvre le robinet supérieur. Une quantité d'eau plus ou moins grande descend dans le tube. Lorsque l'écoulement s'arrête, on ouvre le robinet inférieur à son tour : aussitôt le liquide contenu dans la burette s'écoule, tandis que celui qui se trouve dans l'entonnoir descend pour le remplacer en ruisselant le long des parois intérieures. Aucune bulle de gaz n'entre ni ne sort pendant ce lavage. La température du gaz ne change pas, car on a soin d'employer de l'eau à la température de l'enceinte. Le lavage étant terminé, on ferme B d'abord, puis A.

» Il n'est pas temps encore de mesurer le gaz restant, car celui-ci est à une pression un peu supérieure à celle de l'atmosphère; il faut, au préalable, faire disparaître cette différence de pression, et c'est à quoi l'on parvient très-aisément. On place l'instrument dans une position presque horizontale et telle que l'eau intérieure vienne emplir le tube qui porte le robinet A et qui communique avec l'entonnoir. On ouvre ce robinet A avec précaution. Le gaz intérieur pousse au dehors une partie de l'eau engagée

dans ce tube et prend ainsi de lui-même une tension égale à la pression atmosphérique.

» Ce résultat obtenu, on ferme A, on redresse l'instrument, et, après que le liquide a pris un niveau fixe, on fait la lecture.

» Le dosage de l'acide carbonique étant ainsi fait, on peut procéder à celui de l'oxygène en employant le pyrogallate de potasse exactement de la même manière. Ainsi des autres.

» Il est quelquefois utile, avant d'introduire un nouveau réactif dans la burette, de retirer une portion plus ou moins considérable de l'eau qui s'y trouve déjà. On y parvient aisément au moyen d'une pipette à bout courbe, qu'on fait communiquer, par un caoutchouc, avec le robinet inférieur de l'instrument et par laquelle on aspire.

» Des expériences comparatives faites avec cet instrument et avec l'eudiomètre de Regnault, en vue de doser l'acide carbonique et l'oxygène dans divers mélanges gazeux, m'ont donné des résultats concordant à $\frac{1}{300}$ près. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre les eaux naturelles et l'atmosphère;* par M. TH. SCHLŒSING.

« Je continuerai, dans la présente Note, d'appliquer à des phénomènes naturels la théorie développée dans mes précédentes Communications.

» On a vu que la pluie, en traversant l'air, peut gagner ou perdre de l'ammoniaque, selon les titres respectifs et les températures de l'air et du nuage où elle a pris naissance. L'éventualité de ces échanges doit être signalée aux stations météorologiques où l'on s'occupe du dosage de l'ammoniaque dans les eaux issues de l'atmosphère. Pour obtenir la quantité de liquide nécessaire aux opérations, on munit les udomètres de larges récepteurs; plus ceux-ci sont grands, plus l'eau qui les mouille demeure exposée au contact de l'air et risque de lui céder ou de lui emprunter de l'ammoniaque. Autant vaudrait, en certains cas, doser cet alcali dans de l'eau pure qu'on aurait projetée sous forme de pluie fine sur l'udomètre.

» Le titre de la pluie reçue près du sol n'apprend rien sur celui des régions de l'atmosphère où elle s'est formée : mais, si elle était recueillie au sein même des nuages, on serait certain de l'équilibre de tension entre elle et l'air ambiant, et son titre pourrait servir dès lors à déterminer celui des nuages. Supposons, par exemple, que, la température étant de 15 degrés, la

pluie contienne 2 milligrammes d'ammoniaque par litre, on posera

$$\frac{\text{ammoniaque dans } 1^{\text{mc}} \text{ d'air}}{2^{\text{mg}}} = r_{15^\circ} = 0{,}017 \text{ (d'après ma table des rapports),}$$

d'où ammoniaque dans 1^{mc} d'air $= 0^{\text{mg}},034$.

» Des expériences de ce genre poursuivies dans les stations de montagne donneraient de précieux renseignements sur le titre des régions nuageuses de l'atmosphère.

» De même nous pourrions souvent mesurer la tension ammoniacale des couches inférieures de l'air, en profitant des condensations d'eau qui nous sont offertes sous la forme de rosée ou de brouillard. Le mode de formation graduelle de la rosée et la finesse des gouttelettes du brouillard sont des garanties de l'équilibre ammoniacal entre l'air et ces liquides, et l'on peut appliquer en toute sécurité la formule précédente. Ainsi, dans son Mémoire classique sur l'ammoniaque des eaux météoriques, M. Boussingault donne la quantité moyenne de 5 milligrammes par litre, pour l'ammoniaque des rosées recueillies en septembre au Liebfrauenberg : la température devait être d'environ 10 degrés; nous posons donc

$$\frac{\text{ammoniaque dans } 1^{\text{mc}} \text{ d'air}}{5^{\text{mg}}} = r_{10^\circ} = 0{,}0095, \quad \text{d'où} \quad \text{ammoniaque} = 0^{\text{mg}},048.$$

» 2° Les considérations qui précèdent sont le développement de la question posée dans ma dernière Note : quand un refroidissement survient dans une masse d'air saturée d'humidité, comment l'ammoniaque se partage-t-elle entre cet air et l'eau résultant de la condensation de la vapeur? Je vais maintenant supposer que la masse d'air éprouve une série de refroidissements successifs, et qu'il s'y fait une série correspondante de condensations, par conséquent aussi une série de partages d'ammoniaque. On demande quels sont les titres successifs des eaux de condensation, combien d'alcali est absorbé par la totalité de ces eaux, combien il en reste dans l'air.

» On m'accordera que cette question présente une analogie évidente avec celle de l'élimination continue de l'ammoniaque par les pluies dans les masses d'air qui, progressant de l'équateur aux pôles, abandonnent leur vapeur condensée sur leur route. Toutefois, il faut reconnaître que les faits naturels sont bien plus complexes que l'hypothèse où je me place. Dans sa course vers les régions froides, l'air des régions chaudes se mélange avec des couches d'air situées au-dessus ou au-dessous de son niveau, il s'élève ou s'abaisse; par conséquent, la tension de l'ammoniaque y varie avec sa dilatation ou sa contraction; il rase les océans et les continents et

entre en rapport avec eux. Son titre est donc certainement modifié autrement que par des condensations d'eau successives; mais on admettra bien que la solution de notre problème indiquera au moins le sens général des phénomènes naturels.

» Soient donc T la température initiale, T_1, T_2, T_3,... des températures décroissantes. Je puis toujours admettre, pour éviter la complication des calculs, que ces températures sont telles que les quantités v de vapeur condensées entre T et T_1, T_1 et T_2, T_2 et T_3,... sont égales entre elles.

» Soient r_1, r_2, r_3,... les rapports de ma table correspondant à T_1, T_2, T_3, soit enfin A la quantité d'ammoniaque contenue, au début, dans 1 mètre cube d'air. Si l'on néglige la contraction que subit 1 mètre cube d'air par le fait du refroidissement et de l'élimination de la vapeur d'eau, on a

	Après le 1er.	Après le 2e.	Après le 3e refroidissement.
Ammoniaque condensée en v......	$A\frac{v}{v+r_1}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{v}{v+r_2}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}\frac{v}{v+r_3}$
Ammoniaque restant dans 1^{mc} d'air.	$A\frac{r_1}{v+r_1}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}$	$A\frac{r_1}{v+r_1}\frac{r_2}{v+r_2}\frac{r_3}{v+r_3}$

et ainsi de suite.

» Voici un exemple numérique :

$$T = 20^\circ, \quad v = 1^{gr};$$

la température de la masse d'air descend jusque vers zéro.

Temp. successives.	Ammoniaque dans 1^{gr} d'eau.	Ammoniaque dans 1^{mc} d'air.	Temp. successives.	Ammoniaque dans 1^{gr} d'eau.	Ammoniaque dans 1^{mc} d'air.
18°,9....	0,040 A	0,960 A	11°,3....	0,059 A	0,664 A
17,85...	0,042	0,918	9,8....	0,064	0,600
16,72...	0,044	0,847	8,2....	0,071	0,529
15,6....	0,047	0,827	6,2....	0,079	0,450
14,3....	0,050	0,777	3,8....	0,081	0,369
12,8....	0,054	0,723	1,2....	0,072	0,297

Ammoniaque totale condensée dans tous les grammes d'eau (12). 0,703 A, soit env. $\frac{2}{3}$
Ammoniaque restant finalement dans 1 mètre cube d'air...... 0,297 A, » $\frac{1}{3}$

Tel serait le partage entre l'air et la pluie, dans une couche nuageuse qui, cheminant d'une région tiède vers une région froide, à une hauteur constante, sans mélange avec les couches d'air voisines, se refroidirait de 20 degrés à 1°,2.

» Les causes perturbatrices que j'ai eu soin de signaler modifient, sans aucun doute, les partages qu'on pourrait calculer comme le précédent, dans diverses hypothèses de température; mais, si j'en juge par mes obser-

vations quotidiennes, leur influence ne va pas jusqu'à renverser le sens des phénomènes. Je trouve, en effet, que le taux moyen de l'ammoniaque atmosphérique, par les vents de la région ouest-nord-est qui nous apportent de l'air refroidi et séché dans des latitudes supérieures à la nôtre, est bien moindre, surtout en hiver, que le taux observé par les vents ouest-sud-est, généralement plus chauds et plus humides, et cependant la station où je suis placé est située au sud-ouest de Paris, et ne reçoit les vents du nord et du nord-est qu'après leur passage sur la ville et ses faubourgs les plus industriels, les plus populeux.

» On remarquera, dans le tableau précédent, que la quantité d'alcali condensée dans chaque gramme d'eau croît à mesure que la température diminue, malgré l'appauvrissement graduel de l'air; cela nous fait comprendre comment les pluies d'hiver, bien que débitées par des nuages déjà refroidis, sont cependant aussi et même plus riches que les pluies d'été, ainsi que l'ont démontré les recherches instituées à Lyon par Bineau, à Paris et en Alsace par M. Boussingault, à Rothamsted par MM. Lawes et Gilbert, par M. Bretschneider en Silésie, et par d'autres observateurs en d'autres lieux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de réduction de l'anéthol et sur la constitution probable de ce dernier corps.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai soumis l'essence d'anis pure à l'action réductrice de l'acide iodhydrique, afin d'obtenir les carbures générateurs qui doivent intervenir dans la formation par synthèse de cette essence.

» J'ai chauffé, à cet effet, 3 grammes d'anéthol avec 2 grammes de phosphore rouge et 25 grammes d'acide iodhydrique d'une densité de 1,72, pendant vingt-quatre heures, à 260 degrés. L'essence employée pour cette opération était cristallisable et aussi pure que possible; elle distillait invariablement de 228 degrés à 230 degrés. Les carbures formés dans la réaction ont été lavés avec une solution très-étendue d'acide sulfureux pour enlever l'iode libre; 80 grammes d'anéthol m'ont donné ainsi 40 grammes d'un produit qui distillait de 60 degrés à 250 degrés, et 10 grammes d'un produit distillant au-dessus de 300 degrés. Cette dernière partie me semble composée exclusivement de polymères des carbures formés par réaction directe.

» On arrive facilement, par des fractionnements successifs, à isoler des

produits qui distillent dans les intervalles suivants de température :

65° à 75°, 80° à 85°, 140° à 160°, 205° à 220°.

» I. *Carbure* C^8H^{16}. — La partie des carbures qui passait de 140 degrés à 160 degrés a été traitée par l'acide nitrique fumant et à froid, pour enlever les carbures de la série benzénique. On réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique les composés nitrés et on lave à l'eau. A la distillation le tout passe alors vers 150 degrés. Ce produit forme environ le tiers de la masse totale des carbures qui ont pris naissance dans la réduction. L'analyse a fourni :

	I.	II.	III.	Calculé.
C...........	85,37	85,14	85,55	85,70
H...........	14,51	14,45	14,50	14,30

» La densité de vapeur, déterminée au moyen de l'appareil Hoffmann, est la suivante :

I.	II.	III.	Calculé.
4,01	3,92	3,81	3,87

» II. *Carbure* $C^{12}H^{22}$. — La partie des carbures distillant de 205 degrés à 220 degrés a subi le même traitement que le carbure précédent. On isole ainsi du premier coup un produit parfaitement limpide et qui bout de 210 degrés à 212 degrés. Il se forme en quantité un peu supérieure au précédent carbure. L'analyse a fourni :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
C...........	86,60	86,76	86,58	86,89	86,75
H...........	13,53	13,53	13,75	13,41	13,26

» Ce carbure n'est pas saturé, car il s'unit avec le brome directement.

» J'ai remplacé dans l'appareil Hoffmann l'aniline par la vapeur d'anéthol, afin de pouvoir déterminer la densité de vapeur de ce carbure. En voici les résultats :

I.	II.	Calculé.
5,66	5,75	5,73

» III. A côté de ces deux carbures principaux, j'ai constaté d'abord la présence d'un peu de benzine, C^6H^6, et d'hexylène, C^6H^{12}, produit d'une hydrogénation un peu plus avancée.

» L'analyse centésimale de ce dernier corps m'a donné :

		Calculé.
C..................	85,00	85,71
H..................	14,47	14,28

» IV. Le gaz formé dans la réduction de l'anéthol par l'acide iodhydrique est de l'hydrogène presque pur; il ne contient que 2 à 3 pour 100 de carbure d'hydrogène. C'est probablement un mélange de vapeur de benzine et d'hexylène; peut-être aussi un peu d'un carbure forménique, tel que l'hydrure d'éthylène ou le formène.

» V. *Conclusions théoriques.* — J'ai indiqué, dans un travail antérieur, qu'en oxydant l'anéthol par l'acide azotique on obtient parties égales d'aldéhyde anisique, $\mathrm{C^8H^8O^2}$, et de camphre anisique, $\mathrm{C^{10}H^{10}O}$, et, de plus, une certaine quantité d'acide acétique, $\mathrm{C^2H^4O^2}$. J'ai montré, d'ailleurs, que le camphre anisique, $\mathrm{C^{10}H^{16}O}$, est un aldéhyde (ou plutôt un carbonyle) qui se change en un alcool campholique, $\mathrm{C^{10}H^{18}O}$, par réaction hydrogénante. Ces réactions doivent être rapprochées de celle qui forme l'objet de la présente Communication.

» En effet, l'anéthol, sous l'influence de l'acide iodhydrique moyennement concentré, se sépare en deux carbures principaux, d'après l'équation

$$2\,\mathrm{C^{10}H^{12}O} \quad \text{ou} \quad \mathrm{C^{20}H^{24}O^2} + 9\,\mathrm{H^2} = \mathrm{C^8H^{16}} + \mathrm{C^{12}H^{22}} + 2\,\mathrm{H^2O}.$$

» L'un de ces carbures répond à l'aldéhyde anisique; l'autre à l'aldéhyde campholique et à l'acide acétique réunis. On peut rendre compte de ces résultats par les hypothèses suivantes, que je présente sous toutes réserves. L'acide acétique et l'aldéhyde campholique dériveraient d'un aldéhyde complexe, $\mathrm{C^{12}H^{16}O}$ (aldéhyde acécampholique), formé par l'association de l'aldéhyde campholique et d'un aldéhyde (ou plutôt d'un carbonyle) encore inconnu, l'oxyde d'acétylène $\mathrm{C^2H^2O}$, corps intermédiaire entre l'oxyde de carbone et l'oxyde d'allylène. Ces deux aldéhydes s'associeraient comme les aldéhydes éthylique et benzylique dans la synthèse de l'essence de cannelles :

$$\mathrm{C^{10}H^{16}O} + \mathrm{C^2H^2O} = \mathrm{C^{12}H^{16}O} + \mathrm{H^2O}.$$

» La constitution d'un tel corps rappellerait encore celle du pipéronal.

» L'aldéhyde acécampholique se combinerait à son tour avec l'alcool anisique, $\mathrm{C^8H^{10}O^2}$, pour constituer une sorte d'acétal, qui ne serait autre que l'anéthol :

$$\mathrm{C^{12}H^{16}O} + \mathrm{C^8H^{10}O^2} = \mathrm{C^{20}H^{24}O^2} + \mathrm{H^2O}.$$

» Cette constitution rendrait compte des réactions et des dédoublements observés, si l'on remarque que l'oxyde d'acétylène doit se changer aisément par hydratation en acide acétique, acide que l'acétylène oxydé produit en effet directement.

» Il résulterait de cette supposition que la formule de l'anéthol devrait être doublée. A la vérité, l'étude de sa densité de vapeur semble s'y opposer; mais peut-être se présente-t-il ici quelque anomalie de l'ordre de celle que l'on a déjà observée dans l'étude de la densité de vapeur du dioxyméthylène, $C^2H^4O^2$, laquelle répond à 8 volumes de vapeur; soit que ce volume corresponde réellement à la molécule de ce corps exceptionnel, soit que le composé se dissocie en deux molécules d'aldéhyde méthylique, ou bien encore en eau et aldéhyde C^2H^2O, qui se recombineraient pendant le refroidissement. La même dissociation pourrait exister pour l'anéthol.

» Je poursuis cette étude et je tâcherai de résoudre la question d'une manière définitive par de nouvelles expériences.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

PHYSIOLOGIE. — *Du changement de volume des organes, dans ses rapports avec la circulation du sang.* Note de M. **A.-F. Franck**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les tissus vasculaires sont le siége d'une série de variations de température, de couleur, de consistance, de volume, tous phénomènes subordonnés aux variations de calibre des vaisseaux.

» J'ai dirigé mes recherches sur l'une de ces variations en particulier, sur les *changements de volume*, l'étude de ce phénomène pouvant fournir une fidèle expression de l'état de la circulation dans l'organe exploré.

» L'idée de ce travail m'a été inspirée par M. Marey, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses conseils éclairés et les précieuses ressources de la méthode graphique; les expériences ont été exécutées dans le laboratoire du Collége de France, du mois de mars 1875 au mois de février 1876.

» Je rappellerai brièvement les recherches qui ont été faites sur le même sujet depuis que la question a été posée, en 1846 (1), à l'Académie des Sciences, par le Dr Piégu.

» Cet auteur a constaté le premier les doubles mouvements d'expansion et de resserrement des membres avec un appareil à déplacement.

(1) Piégu, *Comptes rendus*, t. XXII, p. 682, 1846; et *Muller's Archiv für Anat.* Jahrgang 1847, p. 133.

» En 1850, Chelius (1) nota les mêmes phénomènes à l'aide d'un appareil semblable suspendu librement.

» Fick (2), quelques années plus tard, *inscrivit* ces mêmes mouvements, mais il n'a pu éviter les oscillations propres d'une longue colonne manométrique.

» Ch. Buisson (3) indiqua, sans y insister autrement, la possibilité d'inscrire les pulsations de la main avec la transmission par l'air.

» Enfin Mosso (4) a étudié tout récemment les variations lentes du volume de la main avec le pléthysmographe.

» De mon côté, je me suis attaché, comme M. Mosso, à l'étude des changements de volume absolu, mais, comme Fick, dont je n'ai connu les recherches que par M. Mosso en août 1875, j'ai surtout inscrit les variations rapides de la circulation en rapport avec l'action cardiaque.

» L'appareil dont j'ai fait usage consiste essentiellement en un bocal rempli d'eau et dans lequel on plonge la main à explorer : un tube vertical muni d'une ampoule établit la communication avec un tambour à levier inscripteur; la membrane de caoutchouc à travers laquelle passe la main est fixée à l'aide d'une plaque métallique. Une graduation préalable de l'appareil permet d'apprécier la valeur absolue des changements de volume de la main dont on inscrit les variations rapides.

» Je ne puis mentionner dans cette Note, extraite d'un Mémoire qui sera bientôt soumis à l'Académie, que les conclusions principales de trois séries d'expériences.

» *Première série : Variations normales du volume de la main.* — 1° Les doubles mouvements de la main affectent avec la fonction cardiaque les mêmes rapports que le pouls de l'artère radiale; ils fournissent un tracé identique à celui du pouls recueilli avec le sphygmographe à transmission de M. Marey; on doit les considérer dès lors comme l'expression directe des *pulsations totalisées des vaisseaux*.

» 2° Le *retard* de l'expansion vasculaire de la main sur le début de la systole cardiaque est le même que celui de l'artère radiale; il varie, comme celui-ci, avec l'évacuation plus ou moins facile du cœur gauche.

---

(1) Chélius, *Vierteljahrschrifft für die praktische Heilkunde*, herausgegeben von der medic. Facultät in Prag. VII. Jahrgang 1850 (cité par Mosso).

(2) Fick, *Untersuch. a. s. Zürcher phys. Lab.*, I.

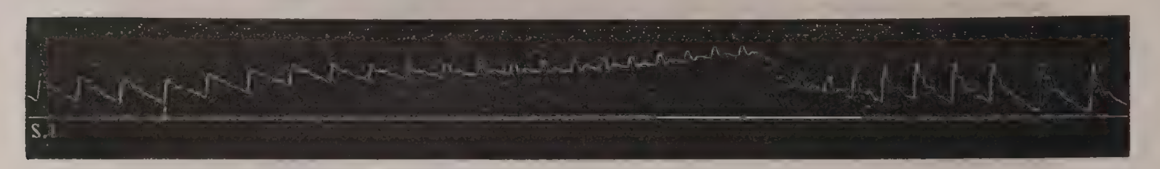
(3) Ch. Buisson, th., Paris, 1862.

(4) Mosso, *Comptes rendus*, 1876.

» 3° Chaque pulsation de la main présente un dicrotisme simple ou double.

» 4° Le volume de la main augmente pendant l'expiration, diminue pendant l'inspiration, mais ce rapport peut varier suivant le type respiratoire.

» 5° L'effort chasse du sang artériel à la périphérie et n'entrave pas le retour du sang veineux de la main (voir le tracé ci-joint).



Tracé des changements de volume de la main pendant et après l'effort. (Héliogravure.)

» *Deuxième série : Variations produites par des influences mécaniques.* — 1° La compression de l'artère humérale supprime les pulsations, produit une notable diminution du volume de la main, mais n'empêche pas les collatérales de ramener du sang; après la compression, la main acquiert un volume plus considérable qu'auparavant.

» 2° La compression des fémorales, la contraction musculaire des membres inférieurs, la pression exagérée exercée sur ces membres, l'élévation d'un membre supérieur, produisent l'augmentation de volume de la main explorée.

» 3° La compression *veineuse* est accompagnée d'une augmentation graduelle et saccadée du volume de la main, et celle-ci conserve après la décompression un volume exagéré.

» *Troisième série : Variations produites par des influences nerveuses directes ou réflexes.* — 1° Le refroidissement modéré de l'eau dans laquelle la main est plongée détermine du resserrement vasculaire.

» 2° L'application *passagère* du froid sur la peau du bras produit une diminution de volume de la main correspondante.

» 3° Le resserrement des vaisseaux est dû à un réflexe des nerfs sensibles sur les nerfs vasculaires : c'est ce que démontre la diminution de volume d'une main quand on *touche* la peau du dos de la main opposée avec un morceau de glace. L'effet réflexe ne se produit qu'au bout de deux à quatre secondes, et le temps perdu des muscles vasculaires augmente avec la fatigue de ces muscles.

» 4° Dans toutes ces expériences, l'action réfrigérante sur le sang ne peut être invoquée, à cause de l'extrême brièveté du contact du corps froid ; l'état

du cœur n'est pas non plus modifié : les phénomènes sont tous *vasculaires*.

» 5° L'excitation *faradique* de la peau a toujours donné lieu, *comme fait initial*, à un resserrement *vasculaire*. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les fonctions de la rate*. Note de MM. **L. Malassez** et **P. Picard**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans une Note antérieurement publiée aux *Comptes rendus* (30 novembre 1874), l'un de nous a indiqué qu'il existe toujours dans la rate de l'animal une forte proportion de fer, très-supérieure à celle qu'il est possible d'attribuer au sang qui baigne l'organe.

» Pour expliquer ce fait, deux hypothèses se présentaient : ou bien il existait dans la rate une substance ferrugineuse spéciale; ou bien cet organe contenait de l'hémoglobine non attribuable au sang, mais fixée sur ses éléments propres.

» Des considérations théoriques nous ont fait examiner la première de ces deux hypothèses. Nous penchions à croire qu'il pouvait y avoir dans la rate une substance ferrugineuse particulière capable de se transformer, et de donner facilement cette hémoglobine que nos analyses nous montraient apparaissant « comme formée de toute pièce » dans le sang veineux splénique, notamment pendant la paralysie des nerfs.

» Cette première supposition, que l'analogie nous portait à faire, n'a pas été vérifiée; au contraire, on peut faire une expérience facile à répéter et qui semble démontrer que le fer de la rate est purement et simplement contenu dans de l'hémoglobine, distincte de celle du sang qui baigne l'organe.

» L'expérience qui permet d'établir ce fait est la suivante :

» On sait qu'il existe dans les muscles une petite quantité d'hémoglobine unie au faisceau primitif, et que ce fait a été démontré par M. Kühne. En principe, la méthode ici employée est analogue à celle qu'a suivie cet auteur : elle est fondée sur la non-solubilité de l'hémoglobine dans les solutions d'eau chargée de chlorure de sodium en proportion convenable; cette propriété permet d'enlever mécaniquement le sang contenu dans les vaisseaux sans agir sur l'hémoglobine située en dehors d'eux.

» *Expérience du lavage de la rate*. — On commence par faire passer par l'artère splénique (1) 5 à 6 litres de la solution de sel marin ; après cette opé-

---

(1) Nous pratiquons toujours ce lavage sur la moitié inférieure de la rate seulement. Les expériences ont été faites sur des rates de chien.

ration, le liquide sort incolore par la veine. Le sang a été entraîné, et on peut le reconnaître à ses éléments figurés dans les premières portions du liquide recueilli, comme aussi on peut constater, par leur absence dans les dernières, que tout était entraîné à la fin du lavage. A ce moment de l'expérience, la rate est encore fortement rouge, et cependant on peut considérer qu'elle ne contient plus de sang.

» Si l'on fait alors passer par l'artère splénique de l'eau ordinaire ou de l'eau distillée, on voit que le liquide se met à couler presque immédiatement fortement teinté de rouge. En même temps, l'organe perd rapidement sa couleur première, pour en revêtir finalement une jaune-paille très-faible. On peut obtenir ainsi, et avant ce terme, 1 $\frac{1}{2}$ litre, 2 litres de solution rouge.

» Que s'est-il passé dans ce deuxième temps de lavage? L'eau a dissous peu à peu une substance rouge qui colorait l'organe, substance qui n'avait pas été entraînée par le lavage du système vasculaire de l'organe.

» L'analyse qualitative du liquide montre que cette substance n'est autre que de l'hémoglobine identique à celle des globules sanguins. En effet, l'examen au spectroscope de cette solution agitée avec l'oxygène, traitée par les agents réducteurs, agitée avec l'oxyde de carbone, montre : dans le premier cas, les deux raies de l'hémoglobine oxygénée; dans le deuxième, la raie unique de l'hémoglobine réduite; dans le troisième, les deux raies de l'hémoglobine oxycarbonée non modifiables par les agents réducteurs. On peut également constater que ce liquide absorbe l'oxygène et que l'oxyde de carbone déplace ce gaz volume à volume.

» Cette expérience démontre l'existence de l'hémoglobine dans la rate hors du système vasculaire.

» Les analyses de fer, faites sur des rates lavées complétement, montrent que la presque totalité de ce métal a été enlevée, qu'il a été entraîné en même temps que l'hémoglobine. On peut en conclure que, « selon tous les faits connus jusqu'ici », ce métal est dans la rate purement et simplement à l'état d'hémoglobine identique à celle du sang.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle, dirigé par M. Cl. Bernard. »

PHYSIOLOGIE. — *Les rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil moteur de l'œil.* Note de M. E. CYON, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans ces dernières années, l'attention des physiologistes a été, de nouveau, appelée sur les belles recherches de Flourens, concernant les canaux

semi-circulaires; mais, ni les nombreuses expériences, ni la discussion approfondie des phénomènes en question qui s'en est suivie, n'ont suffi pour révéler la nature de leur fonction. Adonné moi-même à ces recherches depuis plusieurs années, j'ai réussi dernièrement, grâce à de nouvelles méthodes d'investigation, à découvrir une série de faits nouveaux qui me paraissent de nature à modifier considérablement les opinions courantes sur le rôle de canaux semi-circulaires. Je me bornerai à donner ici un simple résumé des principaux faits, et je me réserve de publier autre part la description des procédés (1) employés, ainsi que la discussion de ces faits.

» I. Les troubles dans l'appareil moteur, occasionnés par les opérations sur les canaux semi-circulaires, ne se produisent pas d'une manière uniforme chez les animaux de différentes espèces : chez les grenouilles, ces troubles se limitent presque exclusivement aux muscles du tronc; chez les pigeons, ce sont principalement les muscles de la tête qui sont atteints; chez les lapins, ce sont surtout ceux du globe oculaire.

» II. L'opinion soutenue dernièrement par M. Goltz et moi et acceptée par la plupart des physiologistes, que la perte d'équilibre survenant après la section des canaux semi-circulaires est occasionnée par les notions erronées que l'animal opéré conçoit sur la position de sa tête dans l'espace, n'est donc plus soutenable : même chez les pigeons, on peut observer les mouvements les plus désordonnés du tronc, pendant que la tête garde sa position normale; cela a lieu plus souvent après la lésion de plusieurs canaux du même côté.

» III. Les mouvements du globe oculaire, observés après ces lésions, ne sont pas des mouvements *compensateurs* provoqués par le déplacement de la tête : ils sont la suite immédiate et directe de la lésion des canaux.

» IV. Chaque canal semi-circulaire influe d'une manière spéciale sur les mouvements du globe oculaire. Par l'excitation du canal horizontal chez le lapin, on produit une rotation de l'œil du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en arrière et en bas; celle du canal vertical postérieur produit une déviation de l'œil avec la pupille dirigée en avant et un peu en haut; celle du canal vertical antérieur, en arrière et en bas.

» V. L'excitation d'un canal produit toujours les mouvements oculaires dans les deux yeux; mais, dans le globe du côté opposé au canal atteint,

---

(1) Une partie de ces procédés est déjà décrite dans ma *Methodik der physiologischen Experimente, etc.*, Giessen, 1876, p. 541 et suivantes.

les mouvements ont lieu dans le sens contraire à ceux du globe de l'autre côté. La pupille se contracte du côté où a lieu l'excitation et reste dilatée du côté opposé.

» VI. Au moment même de l'excitation, la contraction des muscles moteurs du globe oculaire a un caractère *tétanique* : les yeux restent violemment déviés dans les sens indiqués; immédiatement après, ils commencent à exécuter des mouvements *oscillatoires* dans le sens opposé. Ces oscillations ont une fréquence variable entre 20 et 150 par minute. Leur durée dépend de la force de l'excitation, mais dépasse rarement une demi-heure.

» VII. Ces mouvements oscillatoires disparaissent lorsqu'on sectionne le nerf acoustique *du côté opposé*. De nouvelles excitations d'un canal semi-circulaire ne produisent plus que des contractions tétaniques.

» VIII. L'excitation d'un nerf acoustique produit de violentes rotations des deux globes oculaires. La *section* d'un nerf acoustique provoque une forte déviation du globe du même côté, telle que la pupille se trouve dirigée en bas, tandis que de l'autre côté l'œil se porte en haut. Cette déviation disparaît après la section du second nerf acoustique. (Cette section, toujours accompagnée d'une forte excitation, produit de violentes rotations qui précèdent cette disparition.)

» IX. Les mouvements de la tête et du tronc qu'on observe chez les pigeons, après la lésion des canaux semi-circulaires, sont décrits d'une manière très-exacte dans les classiques Mémoires de Flourens. Dans une publication antérieure (1), j'ai en tous points confirmé les données de Flourens en y ajoutant encore, entre autres, les observations sur les grenouilles. Chez les lapins, l'excitation d'un nerf acoustique produit de violents tournoiements autour de l'axe longitudinal du corps, dans la direction du côté opéré. L'excitation des deux nerfs acoustiques produite par leur écrasement produit des mouvements très-irréguliers : l'animal a la tendance de se rouler, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre ; de ces deux tendances opposées résulte, pour l'animal, l'incapacité complète de se mouvoir ou de se tenir debout. Les pigeons chez lesquels on extirpe les six canaux membraneux avec leurs ampoules présentent, aussitôt après l'opération, les mêmes phénomènes.

» X. Lorsque la section intracranienne de deux acoustiques est bien réussie, sans être accompagnée d'un épanchement du sang ou d'autres accidents, les animaux survivent à l'opération, et les phénomènes décrits

---

(1) *Pflüger's Archiv*, décembre 1873.

plus haut disparaissent peu à peu. Après six à dix jours, l'animal se tient debout, il peut changer de place, se mouvoir, etc.; mais il lui reste un certain manque d'assurance dans ses mouvements, à la suite duquel il ne se déplace que quand on le force à le faire. Il cherche toujours un mur ou un coin où il puisse trouver un point d'appui. Dans ce déplacement, chaque animal choisit toujours la même direction : l'un marche de préférence en arrière, l'autre de côté, etc.

» XI. Quand on soumet un lapin ayant les deux acoustiques sectionnés aux mouvements rotatoires sur un excentrique, on observe chez lui les mêmes phénomènes qui ont été indiqués par Purkinje et qui, dernièrement, ont été l'objet de recherches très-intéressantes de la part de M. Mach. Ceci prouve à l'évidence que ces phénomènes *ne* dépendent pas des déplacements de l'endolymphe des canaux semi-circulaires, comme ce dernier physicien s'attachait à le démontrer.

» Les phénomènes de Purkinje sont dus aux troubles cérébraux produits par les graves bouleversements de la circulation que subissent les animaux dans les conditions indiquées, surtout dans les vaisseaux intracraniens les plus éloignés de l'axe de rotation.

» Les observations sur les derviches, sur les *shakers* américains ainsi que sur certaines sectes religieuses russes, qui pratiquent ces mouvements avec une grande violence pendant des heures et même des journées entières, prouvent que ces troubles de la circulation du cerveau peuvent produire des hallucinations, la perte complète de connaissance, etc.

» Les relations physiologiques très-intimes, que les faits énoncés démontrent entre les nerfs acoustiques et l'appareil moteur de l'œil, doivent nécessairement avoir une grande importance physiologique, sur laquelle je reviendrai dans l'exposé détaillé de mes recherches.

» Vu les relations anatomiques des nerfs acoustiques avec le cervelet, il paraît très-probable qu'une grande partie des troubles de locomotion, observés après les lésions de ce dernier organe, n'est causée que par les fibres de l'acoustique qui le traversent. »

ZOOLOGIE. — *De l'embryologie des Némertiens.* Note de M. J. **Barrois**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une précédente Communication j'ai déjà combattu la ligne de démarcation établie jusqu'à ce jour entre les deux espèces de développement des Némertiens (développement par différenciation d'une *Morula,*

développement par soudure de quatre plaques discoïdes); j'ai montré que les quatre ventouses de Muller n'étaient pas, comme on l'a toujours cru, spéciales au *Pilidium*, mais se retrouvaient chez des types considérés jusqu'ici comme naissant de la différenciation directe de la *Morula*.

» Peu après (1°), je parvins à découvrir la véritable signification des quatre ventouses : je vis que *les deux ventouses antérieures constituent les masses musculaires céphaliques, et les deux postérieures les lames minces qui forment la paroi du corps*.

» Cette proposition (2°) est extrêmement importante, car on retrouve dans le développement de tous les Némertes, même de ceux dont le développement est le plus simple, un stade dans lequel apparaît nettement la division en deux cavités, autour de chacune desquelles se forment ensuite les diverses parties dont nous venons de parler : entre deux, les organes latéraux et l'œsophage; autour de la première, les masses céphaliques, et, autour de la seconde, les lames de la paroi du corps. Chez les *Enopla*, cette division en deux cavités est, dès le début, extrêmement distincte. C'est chez les *Anopla* à développement simple, comme le *Céphalotrix*, que la chose est le plus difficile à constater. En raison d'une particularité de structure propre à ce groupe, les deux cavités y apparaissent, dès le début, comme réunies en une seule; néanmoins on n'a pas de peine, surtout après la différenciation des deux grandes divisions de la musculature, à reconnaître sans hésitation leur existence distincte.

» La présence constante et universelle (3°) de ce stade important, quel que soit le groupe, permet aisément de suivre, à partir de ce point commun, les divergences qui donnent lieu aux deux grandes divisions des *Anopla* et des *Enopla*.

» Deux phénomènes sont nécessaires pour former une *Anopla :* 1° les organes latéraux se détachent de l'œsophage, et les cavités prostomiale et métastomiale sont mises en communication; 2° les masses ganglionnaires du système nerveux viennent se former *au-dessus* des organes latéraux, entre eux et les masses céphaliques. Bientôt l'ensemble formé par la réunion des masses céphaliques, du système nerveux et des organes latéraux, se façonne en une masse cohérente qui est la *tête* de l'adulte. Ici la tête correspond exactement au prostomium, et le corps au métastomium; l'œsophage se trouve donc situé tout entier en dehors de la tête.

» Chez les *Enopla*, les masses ganglionnaires, au lieu de se former *au-dessus* des organes latéraux, se forment *au-dessous*, entre ces derniers et les lames musculaires de la paroi du corps. Jointes aux organes latéraux et à

l'œsophage, elles constituent une nouvelle cloison qui continue à maintenir distinctes les deux cavités. Plus tard, l'ensemble de ces différentes parties (masses céphaliques, ganglions nerveux, organes latéraux) se condense, comme chez les *Anopla,* en une masse cohérente qui représente la *tête.* Ici la tête comprend, outre le prostomium, une portion du métastomium, avec la portion d'œsophage qui y est contenue.

» La conformité (4°) que nous venons de signaler dans les résultats du premier travail embryonnaire et la présence constante d'un stade commun démontrent l'unité générale du plan de développement. Reste à savoir s'il existe un passage graduel entre les différents *modes de production* de ce stade.

» Prenons pour exemple deux embryogénies se rattachant à chacun des deux types fondamentaux du développement : le *Lineus communis* et l'*Amphiporus lactifloreus.*

» Les principaux phénomènes de l'embryogénie de l'*Amphiporus* sont : 1° l'accumulation d'éléments deutoplasmiques à la partie interne des sphères de segmentation, disposés radiairement, et formation d'un noyau interne de deutoplasma, qui représente le feuillet moyen; 2° l'invagination en un point de la couche superficielle (*gastrula*); la masse cellulaire invaginée (*endoderme*) pénètre à l'intérieur et se fusionne avec le noyau de deutoplasma; on obtient alors un stade formé d'une couche superficielle et d'une masse interne; la couche superficielle est l'exoderme, la masse interne représente la réunion des feuillets moyen et inférieur. La masse interne subit ensuite une différenciation directe en musculature, qui acquiert rapidement sa disposition caractéristique, et en éléments graisseux endodermiques, qui se rassemblent dans la cavité métastomiale. Le fait essentiel du développement se réduit, en somme, à la formation de la musculature par simple *différenciation d'un feuillet continu.*

» Le *Lineus communis* nous montre, dans l'ensemble de son embryogénie, une marche identique; seulement la musculature s'y forme par *soudure de trois paires de rudiments primitivement distinctes.* En ce qui concerne les deux feuillets primitifs, il y a, de part et d'autre, concordance complète; toute la différence ne consiste donc, chez les deux types les plus dissemblables, que dans le mode de formation du mésoderme, l'évolution ultérieure de ce feuillet étant la même des deux côtés. Nous pouvons en conclure qu'il existe entre les différents modes de production du stade commun une continuité parfaite.

» C'est à chacun (5°) de ces deux modes principaux que se rattache le

développement par formes larvaires. Ici, en effet, trouve son application le principe affirmé naguère encore, avec tant d'autorité, par M. Milne Edwards, que la *larve n'est qu'un embryon à vie indépendante.* Le développement du *Pilidium* et de la larve de Desor nous montrent que le *Pilidium* n'est que le représentant, à l'état libre, de l'un des stades existant dans notre premier type embryonnaire (stade *Gastrula* au moment de la naissance des quatre invaginations de Muller), tandis que la larve de Desor est le représentant d'un des stades du second type [embryon composé d'une masse interne (endoderme feuillet moyen) et d'une couche superficielle (exoderme)]. Le *Pilidium* et la larve de Desor cessent donc de se présenter comme des formes énigmatiques, opposées par leur complexité de structure à la simplicité générale d'organisation du groupe; elles rentrent de plein droit, et de la manière la plus naturelle, dans le cycle normal.

» Le parallélisme complet, entre les différents modes de développement, nous apprend en même temps à ne voir dans la chute des membranes superficielles chez le *Pilidium* et les types qui s'y rapportent qu'une simple anomalie, due au développement exagéré de l'exoderme; le retour à la condition normale, qui doit suivre la formation des organes internes, produit nécessairement un phénomène inverse, et c'est à ce phénomène inverse qu'il faut attribuer les cas d'affaissement (*Balanoglossus*) ou de destruction de la peau (*Némertes*).

» Ces différents points (6°) montrent qu'il y a dans l'organisation des *Némertes* un trait essentiel *autour duquel viennent se grouper tous les phénomènes embryologiques : la division en musculature céphalique et en musculature du corps.* Ce fait possède des analogues chez les *Turbellariés* (*Stenostomum Leucops*); il est en opposition complète avec la naissance de la musculature chez les Annélides. L'embryogénie conduit donc, à l'inverse de ce qu'avait fait supposer jusqu'ici la complexité des formes larvaires, à un rapprochement avec les Vers inférieurs et les *Turbellariés* plutôt qu'avec les Vers supérieurs et les Annélides. »

ANTHROPOLOGIE. — *Caractères ostéologiques; observations sur la persistance de l'intermaxillaire chez l'homme.* Note de M. **A. Roujou**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat d'observations qui peuvent offrir un certain intérêt, au point de vue de l'Anatomie comparée.

» J'ai constaté des traces de séparation des *intermaxillaires* d'avec les

maxillaires, sur des crânes *humains modernes*, trouvés dans la région montagneuse qui s'étend des Dômes aux Dores, département du Puy-de-Dôme. Une fissure indiquait cette séparation; elle part du trou incisif, et est même encore très-visible sur des crânes ayant appartenu à *des hommes âgés de plus de quarante ans*.

» Chose étrange, cette fissure n'est pas beaucoup plus marquée sur des têtes d'enfants de cette région. Mais il faut prendre en considération que ces enfants, quoique mêlés du même sang, présentent un type supérieur, par suite de croisements.

» Les têtes d'adultes, dont il a été question plus haut, sont brachycéphales, massives, grossières et sauvages; les arcades sourcilières sont très-proéminentes, les pommettes très-fortes, les mâchoires fortement prognathes. Elles appartiennent à un ancien type très-basané, qui n'est pas rare dans les montagnes de cette région.

» Je n'ai jamais observé le caractère qui fait l'objet de cette Note sur aucun crâne de la Limagne, même sur les plus dégradés. Je ne l'ai pas rencontré, non plus, dans les environs de Paris; le seul crâne français que je connaisse comme présentant cette particularité est celui d'une jeune femme prognathe, trouvé dans les environs de Saint-Acheul. Encore faut-il remarquer que la fissure indiquant la séparation des pièces est bien moindre que chez nos montagnards, qui sont cependant plus âgés, au moins du double.

» Faut-il voir dans le fait que je viens de signaler un caractère anatomique d'une de nos plus anciennes races, ou, simplement, une particularité locale résultant d'influences dégradantes? C'est ce que je ne saurais dire, pour le moment; cependant, je suis plus porté à accepter la première hypothèse.

» Il me semble qu'il y a intérêt à noter l'existence, dans notre pays, d'une particularité anatomique qui n'a été encore indiquée, si je ne me trompe, que chez les *Nègres et les Australiens*, et encore *sur des sujets plus jeunes* que ceux que j'ai pu étudier ici. »

HISTOIRE NATURELLE. — *Action du sulfure de carbone sur un insecte qui attaque les plantes des herbiers*. Note de M. **J.-B. Schnetzler**.

« Tous ceux qui sont chargés de la conservation des herbiers connaissent la difficulté de préserver les plantes desséchées de petits ennemis qui les attaquent. Nous trouvons parmi ces derniers *Anobium pertinax* et

A. paniceum, *Ptinus fur*, *Dernester Pellio*, *Psocus pulsatorius*, etc. Parmi les matières insectifuges et insecticides indiquées, nous trouvons le sublimé corrosif, le calomel, l'essence de térébenthine, le camphre, etc. Ces substances sont ou dangereuses pour celui qui doit les manipuler, ou inefficaces contre les insectes.

» L'hiver dernier, un bel herbier de plantes phanérogames suisses, qui se trouve dans le cabinet de botanique de l'Académie de Lausanne, fut attaqué par un petit Coléoptère, l'*Anobium paniceum*, F. L'insecte parfait atteint de 3 à 4 millimètres de longueur, 1,3 à 2 millimètres de largeur. La couleur est d'un brun rouge lustré, de petits poils blancs lui donnent une teinte grisâtre; les élytres sont pointillées en stries longitudinales. La larve, grosse, molle, de couleur blanchâtre, est pourvue d'une paire de mandibules avec lesquelles elle dévore les tissus des végétaux, le vieux pain, les biscuits des marins, les oublis, les collections d'insectes, les vieux livres, etc.

» Dans les herbiers, notre *Anobium* s'attaque de préférence aux plantes de la famille des Composées, des Ombellifères et des Amentacées. Nous avons observé une certaine immunité chez les Valérianes.

» Comme l'herbier attaqué renferme plus de 2600 espèces dont chacune est représentée par un grand nombre d'échantillons, il s'agissait de trouver un moyen énergique, capable d'exterminer complétement l'ennemi qui avait attaqué une de nos plus précieuses collections. Malgré les divergences d'opinions qu'on peut avoir sur l'efficacité des sulfocarbonates alcalins contre le *Phylloxera vastatrix*, toutes les personnes non prévenues ont reconnu que le sulfure de carbone qui se forme par la décomposition des sulfocarbonates dans le sol est l'insecticide le plus sûr, le plus énergique et le plus pratique parmi tous ceux qui ont été proposés jusqu'à présent.

» C'est guidé par cette considération que j'ai eu recours au sulfure de carbone pour combattre l'*Anobium* qui menaçait de détruire notre plus bel herbier suisse. Dans ce but, je fis construire une caisse de bois, dont la contenance était de 300 décimètres cubes. On plaça dans cette caisse cinq fascicules de l'herbier attaqué, dont chacun contenait environ 200 plantes. 4 onces de sulfure de carbone furent versées dans l'intérieur des cinq fascicules entre les feuilles qui renfermaient les plantes. Cette opération se fait rapidement, sans délier les fascicules. Par des essais préliminaires j'avais constaté que le sulfure de carbone ne laisse pas trace d'une tache même sur du papier blanc. Après l'introduction du sulfure de carbone dans les fascicules, on ferma rapidement et hermétiquement le couvercle de la

caisse. Celle-ci fut placée dans un laboratoire, sans que l'odeur très-faible qui s'en exhalait incommodât le moins du monde les personnes qui y travaillaient (1).

» Comme les larves d'insectes, plus ou moins engourdies en hiver, même dans les chambres, sont plus difficiles à tuer que pendant la saison chaude, je laissai les cinq fascicules de plantes exposés pendant un mois à l'action du sulfure de carbone, c'est-à-dire du 15 janvier au 15 février.

» Un examen très-minutieux constata que, sur les plantes exposées ainsi au sulfure de carbone, *toutes* les larves d'*Anobium* étaient mortes. On reconnaît cette mort, soit par le changement de couleur qui passe du blanc au jaune et au brun, soit par la position du corps qui n'est plus recourbé ou qui, lorsqu'il est recourbé, ne prend plus cette position lorsqu'on l'étend à l'aide d'une aiguille.

» Dans une seconde expérience qui dura seulement quinze jours, du 23 février au 10 mars, l'effet fut exactement le même; les nombreuses larves qui avaient surtout envahi les Ombellifères, même le *Conium maculatum*, avaient toutes péri sous l'influence des vapeurs du sulfure de carbone.

» Nous voyons donc ici un insecte, qui jusqu'à présent a résisté à tous les moyens employés contre lui, subir une destruction complète par l'action des vapeurs qui se dégagent des sulfocarbonates alcalins.

» Quant à la dépense, elle est minime : 4 onces de sulfure de carbone, achetées même dans une pharmacie, coûtent 80 centimes. Or, avec ces 4 onces, je désinfecte complétement au moins 1000 plantes. Donc, pour la désinfection complète d'un herbier de 100 000 plantes, on n'emploierait que la somme fort modique de 80 francs. Il est évident qu'en augmentant le volume et le nombre des caisses de bois, de même qu'en abrégeant le temps de l'exposition (il reste encore à en fixer le minimum), la désinfection des grands herbiers peut se faire très-rapidement. Lorsqu'on considère que des sommes fort considérables sont perdues annuellement par les dégâts causés, dans les collections de plantes et d'insectes, etc., par les insectes dont nous parlons ou d'autres semblables, le procédé que je viens d'expérimenter me paraît avoir une certaine importance. »

---

(1) Mais il vaut mieux opérer sous un hangar, loin de tout foyer et de toute lampe ou flamme. L'air de la caisse étant ou pouvant être converti en un mélange détonant auquel le feu pourrait être communiqué par les vapeurs sortant de quelque fissure de la caisse.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville présente, au nom du général *Chanzy*, gouverneur général de l'Algérie :

1° La deuxième livraison du deuxième volume (1875) des tableaux d'observations du *Bulletin météorologique algérien* (février 1875);

2° La première Partie complète du premier volume (1874) contenant, outre les documents officiels relatifs à l'institution du réseau météorologique algérien et la carte de ce réseau, plusieurs Notices ou Mémoires, entre autres, une Note de M. le capitaine du Génie *Brocard* sur l'invasion des sauterelles en Algérie, en 1874, et un grand travail de M. l'Inspecteur général des Mines, *Ville*, sur l'approvisionnement, en eau potable, de la ville d'Alger.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1876.

Mémoires de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens; 3e série, t. II. Amiens, imp. Yvert, 1875; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. VII, Arras, typ. Courtin, 1875; in-8°.

Méthode rationnelle d'articulation à l'usage des institutions de sourds-muets (École française); par E. Colombat (de l'Isère). Paris, P. Asselin, 1875; in-8°.

Du cours d'articulation dans l'enseignement des sourds-muets; par E. Colombat (de l'Isère). Paris, L. Larose, 1873; br. in-8°.

De la sociabilité des sourds-muets; par E. Colombat. Paris, P. Asselin, 1874; br. in-8°.

Anatomie et physiologie de l'Abeille; par Michel Girdwoyn. Paris, J. Rothschild, 1875; br. grand in-4° avec atlas in-f°.

Les travaux publics de la France, ouvrage publié sous les auspices du Ministère des Travaux publics et sous la direction de M. L. Reynaud. Paris, J. Rothschild, sans date; in-f° (livraison-spécimen).

Les Coléoptères. Organisation; mœurs, etc. Iconographie et histoire naturelle des Coléoptères d'Europe. Paris, Rothschild, 1876; in-4° avec planches.

A. VOGL. *Les aliments,* traduction par A. FOCILLON. Paris, Rothschild, 1876; in-8° cartonné.

Les ravageurs des vergers et des vignes; par H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, Rothschild, 1876; in-18 cartonné.

Les ravageurs des forêts et des arbres d'alignement; par H. DE LA BLANCHÈRE. Paris, Rothschild, 1876; in-18 cartonné.

Note sur un cas d'anophthalmos (anopsie. Absence congénitale des yeux chez un enfant nouveau-né); par M. LAFORGUE. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse*).

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; n° 1, 1876. Lyon, imp. H. Storck, 1876; in-8°.

Service météorologique de l'Algérie. Bulletin mensuel publié sous les auspices de M. le général CHANZY, gouverneur général; 1re année, décembre 1873-décembre 1874. Paris et Alger, sans date; in-4°.

Bulletin météorologique algérien; 2e partie, 1875, 2e livraison (19-27). Alger, sans date; in-4°.

(Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1874, t. VI, 2e bulletin. Alais, typog. Martin, 1875; in-8°.

Régénération des vignes phylloxérées, par le procédé J. LAUREAU. Nantes, imp. Guéneux, sans date; opuscule in-18. (Renvoi à la Commission.)

The pharmaceutical journal and transactions; december 1875, january, february 1876. London, Churchill, 1875-1876; 3 liv. in-8°.

The journal of the royal Dublin Society; vol. VII, n° 44. Dublin, 1875; in-8°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1874-75, vol. VIII, n° 90. Edinburgh, 1874-75; in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVII, part 3, for the session 1874-75. Edinburgh, 1874-75; in-4°.

(A suivre.)

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin.					THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol.			TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.
		Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.			Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	
1	749,2	9,5	13,1	11,3	9,5	4,0	9,3	12,2	9,0	8,9	6,8	7,7	86	6,4	1,8	"
2	55,6	4,7	11,9	8,3	8,5	2,9	8,5	8,3	7,7	7,5	7,0	7,5	90	8,9	0,9	"
3	56,3	10,7	13,5	12,1	11,5	5,8	11,3	4,5	11,2	8,5	7,1	8,7	86	0,1	2,2	"
4	52,4	9,4	10,9	10,2	7,0	1,2	7,1	9,8	6,0	8,5	7,3	6,6	88	3,2	1,3	"
5	51,9	1,6	10,7	6,2	7,1	1,3	7,1	7,6	6,7	6,9	7,4	7,1	93	6,6	0,8	"
6	51,8	8,9	14,0	11,5	10,1	4,3	10,0	22,3	9,2	8,1	7,4	7,9	85	0,7	2,4	"
7	53,3	3,7	9,7	6,7	6,7	0,9	6,5	35,6	6,7	7,5	7,4	5,5	75	1,1	3,3	"
8	52,4	3,8	11,8	7,8	7,8	2,0	7,7	30,4	7,6	6,9	7,4	7,0	89	3,8	2,2	"
9	32,0	(a) 1,8	(a) 8,2	5,0	5,4	-0,4	5,5	26,0	5,4	7,2	7,4	5,8	85	11,4	2,2	"
10	30,0	2,3	8,3	5,3	5,3	-0,5	5,1	12,3	4,9	5,8	7,3	5,3	80	1,9	2,6	"
11	37,9	3,8	10,9	7,4	6,4	0,6	6,3	30,9	6,1	5,9	7,2	5,7	81	0,5	2,1	"
12	29,0	4,1	15,7	9,9	8,5	2,6	8,4	17,4	8,2	6,7	7,1	6,7	79	8,4	3,2	"
13	47,6	1,8	9,3	5,6	5,0	-1,0	5,1	39,2	6,3	6,3	7,1	4,8	74	0,0	2,1	"
14	52,4	2,3	13,4	7,9	8,9	2,8	8,9	30,6	9,0	6,4	7,1	6,5	76	0,0	3,5	"
15	45,9	6,6	11,3	9,0	7,1	0,9	7,0	16,5	6,8	6,9	7,1	6,5	85	4,8	2,8	"
16	50,7	2,6	11,2	6,9	6,8	0,5	6,6	35,2	6,6	6,4	7,1	5,9	81	0,4	2,1	"
17	49,6	4,6	7,9	6,3	4,3	-2,0	4,2	19,6	4,2	6,5	7,1	4,6	75	0,2	3,1	"
18	54,3	-1,2	6,7	2,8	1,7	-4,7	2,0	33,1	1,1	5,0	7,1	3,5	70	0,1	"	"
19	53,8	-0,9	5,2	2,2	0,9	-5,6	1,5	30,7	-0,1	4,2	6,9	3,9	80	0,0	"	"
20	54,3	-2,8	5,1	1,2	1,4	-5,2	1,8	20,7	1,3	3,7	6,7	4,0	79	0,1	"	"
21	53,1	-2,4	6,7	2,2	1,3	-5,4	1,6	26,3	1,2	3,7	6,5	4,3	83	0,1	"	"
22	47,2	-0,2	5,2	2,5	1,8	-5,0	1,7	24,1	1,5	3,8	6,3	4,1	78	0,1	"	"
23	51,6	-1,9	7,1	2,6	2,2	-4,7	2,7	43,1	2,1	3,7	6,2	3,7	70	"	"	"
24	46,2	-0,2	12,0	5,9	6,1	-0,9	6,0	32,6	6,1	4,4	6,0	5,0	72	"	2,3	"
25	41,8	2,3	13,4	7,9	7,4	0,2	7,4	38,9	7,1	5,8	6,0	5,3	69	"	4,6	"
26	42,6	3,0	8,5	5,8	5,1	-2,3	4,7	19,1	4,9	6,1	6,1	4,7	72	"	2,0	"
27	39,8	2,6	20,3	11,5	11,7	4,1	11,2	27,0	11,2	7,0	6,2	6,7	68	0,1	3,6	"
28	37,7	7,6	16,4	12,0	10,8	3,0	10,4	40,0	9,4	8,4	6,4	7,9	81	3,2	3,4	"
29	42,6	4,6	13,7	9,2	8,3	0,3	7,5	31,5	8,6	7,9	6,7	6,2	78	0,5	3,0	"
30	48,1	3,5	18,1	10,8	9,9	1,7	9,8	46,0	9,8	8,0	7,0	7,1	79	0,1	3,1	"
31	45,3	4,7	16,4	10,6	10,8	2,4	11,4	27,8	9,5	8,4	7,1	6,8	71	"	2,7	"

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observati

(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

— (5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.

([a]) Variations irrégulières.

	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.					
	Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	Direction moyenne	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
	° ′	° ′				km	kg			
1	17.17,6	65.36,4	1,9325	4,6598	WSW	24,4	5,61	SW ¼ W	7	Bourrasques et continuellement pluvieux.
2	18,4	36,6	9325	6604	S à W	20,8	4,08	NW *k*	9	Quelques bourrasques, pluies fréquentes.
3	19,3	35,7	9327	6582	WSW	24,4	5,61	W à SW	10	Gouttes de pluie le matin.
4	* 16,1	* 35,9	* 9325	6583	WSW	18,6	3,26	WSW	7	Pluvieux le jour.
5	17,4	36,4	9329	6607	WSW	23,5	5,21	WSW	10	Quelques bourrasques et contin. pluvieux.
6	19,2	35,9	9324	6581	WSW	27,0	6,87	SW *k*	8	Matinée pluvieuse.
7	17,8	35,1	9323	6556	W	27,4	7,08	WNW	6	Ondée mêlée de grêle à 8h 40m matin.
8	19,2	35,8	9321	6570	W à S	31,8	9,53	SSW *k*	9	Pluvieux l'après-midi et le soir. Bourrasques.
9	* 17,3	* 35,2	9320	6551	WSW	36,2	12,35	WSW	9	Matinée pluvieuse. A 2h 40m, rafale avec grêle.
0	18,3	35,2	9322	6556	SW	27,3	7,03	SW	8	Bourrasques. Pluies mêlées de grêle.
1	18,4	34,7	9327	6552	W à S	20,1	3,81	W ¼ NW *k*	8	Pluvieux après-midi. Halos lunaires.
2	18,5	35,1	9318	6543	WSW	(A) très-fort.		SW à NW	10	Matinée pluvieuse. Tempête.
3	18,8	35,8	9317	6560	W	modéré.		SW *k*	5	Quelques gouttes de pluie l'après-midi.
4	19,6	35,3	9320	6553	WSW	assez fort.		WSW	6	Petites pluies le matin.
5	18,0	35,6	9321	6564	SW-WNW	fort.		SW-WNW	8	Bourrasques et continuellement pluvieux.
6	18,7	35,3	9318	6548	WSW	faible.		NW *k*	7	Pluvieux l'après-midi et le soir.
7	17,5	35,3	9322	6558	W	faible.		W ¼ NW	7	Un peu de pluie le matin.
8	18,4	36,0	9330	6598	NW	modéré.		NW	4	Neige et grésil avant le jour.
9	19,3	35,8	9336	6606	NNW	faible.		NW-NE	5	Frimas avant l'aurore. [de neige le soir.
0	19,4	36,2	9338	6623	NW	faible.		NW à W	9	Givre le mat. Grésil à 6h 30 mat. Qq. flocons
1	19,7	36,0	9336	6612	NW-S-SE	très-faible.		NW à S	9	Petites neiges après-midi et soir.
2	19,0	35,6	9337	6603	NE	modéré.		NE	7	Flocons de neige par intervalles.
3	20,1	35,4	9335	6592	NE	faible.		SSW *k*	2	»
4	19,9	35,8	9342	6621	N à E	faible.		S à E	6	»
5	* 18,4	* 35,6	* 9324	6573	NE	modéré.		S *k*	4	Rosée le matin, faible halo lunaire.
6	18,2	36,9	9319	6599	NNE	faible.		SE	9	Brumes élevées.
7	19,8	35,8	9323	6575	SSE	très-faible.		SSW *k*	7	Qq. peu de pluie le matin. [3h 30 à 3h 50 s.
8	* 18,9	35,5	9324	6569	SSW	modéré.		S *k*	6	Grêle et pluie à 11h 30 m. Orage avec grêle de
9	* 20,0	35,6	9324	6572	SSW	modéré.		SW	6	Pluies intermittentes. Arcs-en-ciel.
0	* 19,6	35,8	9323	6575	SSE	faible.		SW *k*	6	Quelques gouttes de pluie matin et soir.
1	19,5	36,0	9322	6579	SSE	très-faible.		SSW *k*	8	Brumeux vaporeux.

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites es mesures absolues faites au pavillon magnétique.

(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

(23) Vitesses maxima : les 1er et 2, de 60 à 75 kilomètres; les 5, 6 et 7, de 45 à 60 kil.; les 8 et 9, 83 kil.; et le 10, 55 kil.

(A) Le 12, l'anémomètre est emporté, vers 3h 50m du soir, par une violente bourrasque dont la vitesse est estimée supérieure 110 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mars 1876).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique .... 17°+	15',5	16',2	24',5	23',1	19',5	15',8	15',3	17°.18',7
Inclinaison » .... 65°+	35,9	36,2	35,4	35,6	35,6	35,7	35,9	65.35,7
Force magnétique totale .... 4,+	6595	6582	6558	6564	6574	6579	6590	4,6579
Composante horizontale .... 1,+	9330	9321	9321	9321	9325	9326	9328	1,9326
Électricité de tension (1)	»	»	»	»	»	»	»	»
Baromètre réduit à 0°	747mm,13	747mm,32	746mm,98	746mm,31	746mm,96	747mm,55	747mm,51	747mm,15
Pression de l'air sec	741,24	741,08	740,85	740,21	741,18	741,98	741,74	741,26
Tension de la vapeur en millimètres	5,89	6,24	6,13	6,10	5,78	5,57	5,77	5,89
État hygrométrique	89,1	81,0	69,3	67,4	72,9	78,2	85,0	79,1
Thermomètre du jardin	4°,67	6°,99	9°,21	9°,42	7°,36	5°,93	5°,22	6°,62
Thermomètre électrique à 20 mètres	4,80	6,60	8,79	8,98	7,35	6,15	5,35	6,57
Degré actinométrique	0,56	37,27	50,16	39,25	1,82	»	»	25,81
Thermomètre du sol. Surface	3,83	8,00	11,05	9,60	6,11	4,84	3,51	6,13
» à 0m,02 de profondeur...	2,82	5,47	7,55	8,15	7,00	5,97	5,32	5,67
» à 0m,10 » ...	5,63	5,58	6,41	7,16	7,27	6,77	6,27	6,40
» à 0m,20 » ...	6,25	6,10	6,15	6,52	6,81	6,88	6,71	6,48
» à 0m,30 » ...	6,36	6,25	6,19	6,29	6,48	6,62	6,60	6,41
» à 1m,00 » ...	6,87	6,87	6,88	6,88	6,89	6,89	6,90	6,89
Udomètre à 1m,80	7mm,9	10mm,8	11mm,2	13mm,8	13mm,7	2mm,6	2mm,7	t. 62mm,7
Pluie moyenne par heure	1,33	3,60	3,73	4,60	4,57	0,87	0,90	»
Évaporation moyenne par heure (25 jours) (2).	0,05	0,05	0,14	0,19	0,18	0,09	0,09	t. (63,3)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (3)..	25,32	22,05	27,72	28,93	27,20	22,17	25,93	25,58
Pression moy. du vent en kilog. par heure (3)...	6,04	4,58	7,24	7,88	6,97	4,63	6,34	6,16

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température à 2m.	Température à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température à 2m.	Température à 20m.
1h matin....	17°.17',0	747mm,52	4°,84	5°,04	1h soir......	17°.25',2	746mm,66	9°,62	9°,16
2 »	18,8	47,48	4,44	4,76	2 »	24,5	46,42	9,70	9,22
3 »	19,8	47,41	4,13	4,55	3 »	23,1	46,31	9,43	8,99
4 »	19,4	47,32	4,03	4,47	4 »	21,6	46,39	8,87	8,51
5 »	17,7	47,19	4,22	4,55	5 »	20,5	46,63	8,12	7,93
6 »	15,5	47,14	4,67	4,80	6 »	19,5	46,96	7,35	7,34
7 »	14,1	47,15	5,34	5,25	7 »	18,5	47,27	6,68	6,83
8 »	14,3	47,23	6,13	5,85	8 »	17,2	47,47	6,21	6,45
9 »	16,2	47,33	6,99	6,59	9 »	15,8	47,55	5,93	6,15
10 »	19,2	47,34	7,84	7,40	10 »	14,7	47,56	5,74	5,90
11 »	22,3	47,24	8,60	8,16	11 »	14,4	47,54	5,54	5,64
Midi.........	24,5	46,98	9,22	8,79	Minuit.......	15,3	47,52	5,24	5,35

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima .... 3°,3 Des maxima .... 11°,2 Moyenne .... 7°,3

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima .... 2°,0 Des maxima .... 16°,1 Moyenne .... 9°,1

Températures moyennes diurnes par pentades.

1876. Mars 2 à 6...... 8°,8	Mars 12 à 16..... 7°,3	Mars 22 à 26...... 4°,5	
» 7 à 11.... 6,3	» 17 à 21..... 1,9	» 27 à 31...... 10,3	

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28 700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen. — (3) Du 1er au 11.